VICOR Japan Co.Ltd

バイコーバラエティ DC-DC コンバータ

VI-200 & VI-J00シリーズ

Users Manual

RoHS

VICOR Japan Co., Ltd.

本製品をご使用の前に!

安全上のご注意

本製品のご使用にあたっては、注意事項を遵守され、安全設計をお願い致します。
ご使用方法を誤ると、"感電・損傷・発火"の恐れがあります。
本資料に記載された製品は、航空宇宙機器・海底中継器・原子力制御システム・生命維持の為の医療機器等の、極めて高い信頼性が要求される機器への搭載を目的としておりません。

⚠ 警告	使用制限	●本製品は一般電子機器（事務・通信機器等）に使用されることを意図しております。 医療器・航空宇宙機・列車・原子力等の機器には使用しないで下さい。
	保護対策の実施	●電源故障時は出力端子に過大電圧がかかったり、電圧低下等が生じ機器の損傷発火等を誘発する恐れがあります。 最終機器には、電源故障時の保護対策を組込んで下さい。
	分解等の禁止	●分解及び改造・加工をしないで下さい。内部に高圧部位があります。感電・損傷・発火等の恐れがあります。
⚠ 注意	警告ラベル等の表示	●本製品は電子機器組込み用電源です。 貴社の本体装置には、ユーザーへの警告ラベルの貼付、取扱説明書には注意事項を明記願います。
	使用温度範囲の遵守	●指定使用温度範囲を超えて使用しないで下さい。感電・損傷・発火等の恐れがあります。安全上、装置内部の温度測定を推奨致します。
	湿気の厳禁	●結露状態でのご使用はお止め下さい。感電等の恐れがあります。
	劣悪環境の回避	●高温・多湿・塵埃・腐食性ガス環境でのご使用はお避け下さい。感電等の恐れがあります。
	規格範囲内での使用	●入力電圧・出力電力・電流・ベースプレート温度は規格内でご使用下さい。これを超えると、製品の劣化・破損・感電等の恐れがあります。
	入力ヒューズの接続	●入力部（プラスピン側）にヒューズを接続して下さい。ヒューズが接続されていないと、故障時に感電・発火もしくは他の接続機器を損傷する恐れがあります。 ●安全の為に同梱されている「取扱注意事項」に指定されているヒューズをご使用下さい。
	ベースプレートの接地	●ベースプレート及びヒートシンクを接地して下さい。接地が不完全ですと感電等の恐れがあります。
	サージ電圧防止策	●落雷時等のサージ電圧防止策を実施して下さい。異常電圧による破損等の恐れがあります。
	ほこり対策	●電源に埃等が積もりますと放熱と絶縁が悪化し、装置の劣化・破損・感電につながる恐れがあります。
	冷却ファンご使用時	●ファンは寿命部品です。仕様範囲を超えた高温・多湿及び腐食性ガスの含まれる環境下でのご使用は、お避け下さい。塵埃防止の為にフィルタ等を設置願います。特に、塩害の恐れのある環境下では塩分が内部に侵入しないよう対策願います。

お問い合せ窓口

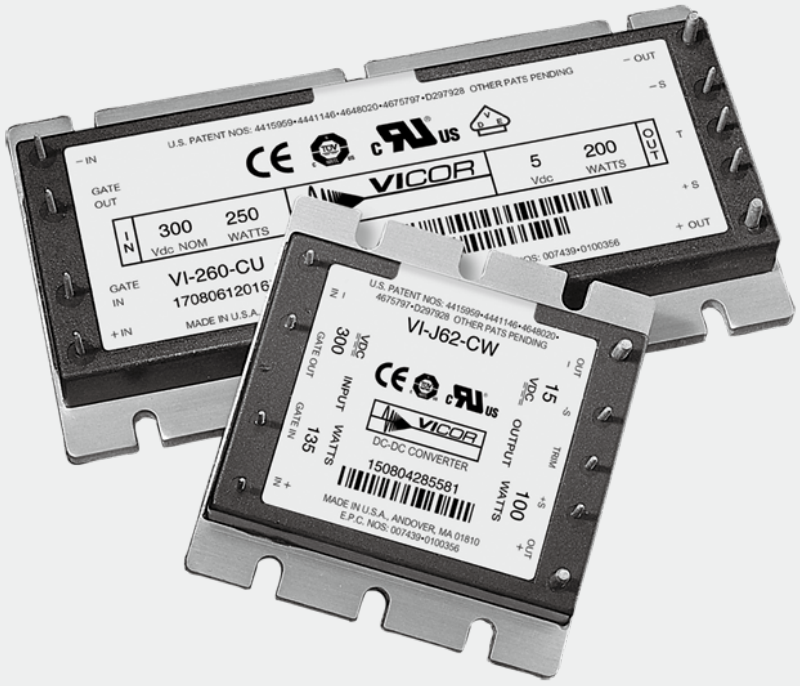
弊社アプリケーションエンジニアまでお問い合せ下さい。
TEL：03-5487-5407
FAX：03-5487-3885
E-mail：apps@vicorpower.jp

項　目	内　容	
〈1〉製品の概要と特長	概要・特長	1
〈2〉ブロック・ダイヤグラムと各回路ブロックの動作	［1］ブロックダイヤグラム	2
	［2］各回路ブロックの動作	2
〈3〉モデル一覧・型名表示	［1］型名表示方法	3
〈4〉各端子の使用と機能	［1］はじめに	4
	［2］±IN 端子	4
	［3］±OUT 端子	4
	［4］±S 端子	4
	［5］TRIM 端子	5
	［6］GATE IN 端子	5
	［7］GATE OUT 端子	6
〈5〉端子接続の注意事項	［1］入力端子の接続方法	7
	［2］出力端子の配線とリモートセンス	11
	［3］出力電圧調整用端子の接続	14
	［4］リモート・コントロール（ON ／ OFF 機能）端子の接続	14
	［5］GATE OUT 端子の接続	16
	［6］Y コンデンサの実装	16
	［7］コンバータとブースタの接続	17
〈6〉出力電圧の調整方法	出力電圧の調整方法	19
〈7〉各種電源構成方法	［1］出力容量 200W までの単出力電源 コンバータ・モジュール単体の使用	27
	［2］出力容量 200W 以上の単出力電源 ［コンバータ］＋［ブースタ］の並列運転	28
	［3］出力電圧 53V 以上の単出力電源 ［コンバータ］＋［コンバータ］の直列運転	30
	［4］信頼性向上の為の並列冗長運転 ［コンバータ］＋［コンバータ］の並列運転	32
〈8〉放熱設計	［1］使用モジュールの消費電力計算	34
	［2］放熱設計の方法［自然空冷］	35
	［3］放熱設計の方法［強制空冷］	36
	［4］ダップケース温度・ベースプレート温度測定点	37
	［5］ヒートシンクデータ	38
	［6］サーマルパッドの熱抵抗データ	38
	［7］出力可能電力－周囲温度ディレーティンググラフ	40
〈9〉電気的特性	電気的特性	42

項　目	内　容	
〈10〉周辺回路の設計	[1] 入力部周辺回路	44
	[2] 出力フィルタ回路	48
	[3] コントロール回路	50
	[4] 状態表示回路	54
	[5] その他の周辺回路	55
〈11〉実装時の注意事項	[1] 実装時の注意事項	56
	[2] プリント基板実装時の注意事項	57
	[3] プリント基板レイアウト	57
〈12〉ノイズについて	[1] コンバータ・モジュールの動作	62
	[2] ノイズの測定について	66
	[3] RAM の動作	66
	[4] LC フィルタの取付け	67
	[5] 伝導ノイズ	68
	[6] 放射ノイズ	74
	[7] 出力作動ノイズ（通常のリップルノイズ）	74
〈13〉製品保証	[1] 無償保証	78
	[2] 保証範囲	78

〈1〉製品の概要と特長

VI-200 & VI-J00 シリーズ



［1］概要

弊社は他社に先駆けて 1MHz 電流共振形ゼロ電流スイッチング方式を採用し、スイッチング電源をコンパクトなパワーモジュールとして提供してまいりました。従来技術による製品とは異なり、電源を信頼性の高い "1 個の電子部品 " として取り扱うことが可能になった為、多種多様なシステム設計の短納期化に寄与することができるようになりました。ここで改めて VI-200 シリーズと VI-J00 シリーズのご紹介をさせて頂きます。

［2］特長

弊社の DC-DC コンバータには単体で動作可能な " コンバータ・モジュール " と、出力容量を拡張する為にコンバータに接続して使用する " ブースタ・モジュール " の二種類があります。この二種類の製品を合わせて " モジュール " と総称します。

1. 2000 種類を超える豊富なラインナップ
   （入力電圧範囲：12 種類、出力電圧：22 種類、出力容量：6 種類 (2009 年 7 月現在)）。
2. MTBF 48 万時間の高信頼性（ MIL-STD-217F2 @ ベースプレート 60℃）。
3. 安全規格 cULus , cTUVus , CE を取得。
4. 広い動作温度範囲（ ベースプレート温度／ VI-200:-20～+85℃ , VI-J00:-20～+100℃（ C グレード ））
5. コンバータとブースタの組み合わせにより、出力容量の拡張が容易。又、出力電圧の拡張も可能です。
6. オンボード電源の開発に効果的な形状
   （ネジ端子型のモデルもご用意しておりますので、ワイヤー配線による構成も可能です）。

〈2〉 ブロック・ダイヤグラムと各回路ブロックの動作

[1] ブロック・ダイヤグラム

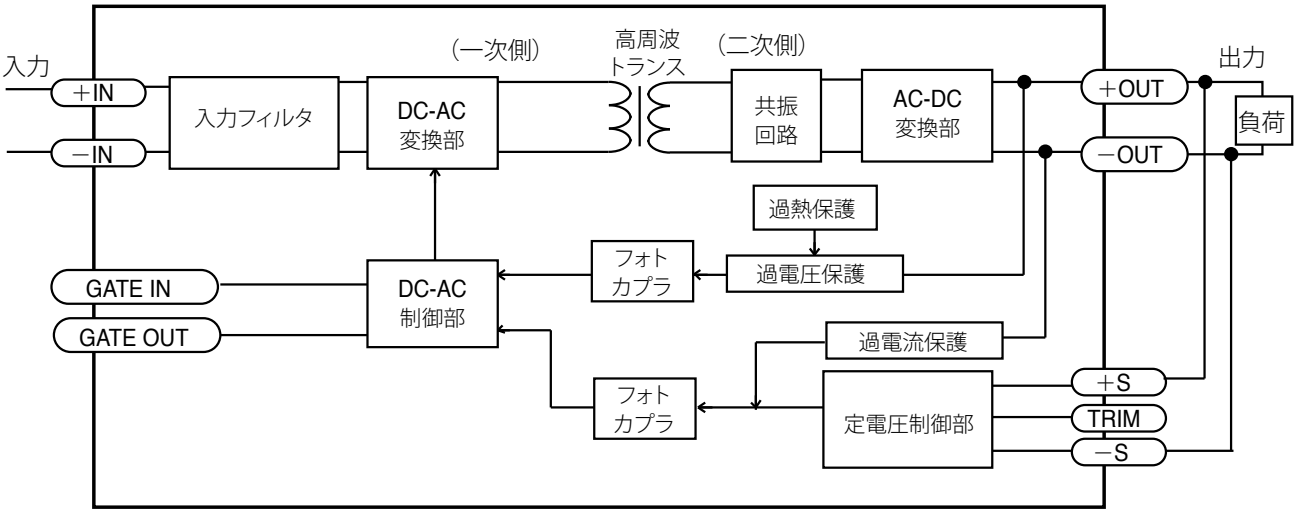


図2-1　ブロック・ダイヤグラム

[2] 各回路ブロックの動作

1．エネルギー変換動作

±IN 端子に印加された直流電圧は " DC-AC 変換部 " によって最大 1MHz の矩形波パルスに変換され、高周波トランスを経て二次側に伝達されます。この時二次側に配置された共振回路によって、高周波トランスに流れる電流は Sin 波状の共振電流となる為、" DC-AC 変換部 " の消費電力は低く押さえられます。

又、" 入力フィルタ " は " DC-AC 変換部 " で発生するリップル電流が供給側（±IN 端子）に漏洩しないように働きます。

二次側に伝達された Sin 波状の共振エネルギーは " AC-DC 変換部 " によって直流電圧に変換されます。

2．出力安定化機能

" 定電圧制御部 " は ±S 端子間の電圧（出力電圧）が設定電圧となるように定電圧制御信号をフォトカプラを介して一次側 " DC-AC 制御部 " に送ります。" DC-AC 制御部 " は定電圧制御信号に従い " DC-AC 変換部 " を制御します。

3．過電流保護回路

±OUT 端子からの出力電流が定格値を越えると " 過電流保護回路 " が動作し、過電流制限信号をフォトカプラを介して一次側 " DC-AC 制御部 " に送ります。" DC-AC 制御部 " は過電流制限信号に従い、出力電流が一定値を越えないように " DC-AC 変換部 " を制御します。

4．過電圧・過熱保護回路

±OUT 端子に出力される電圧が一定値を越えると " 過電圧保護回路 " が動作し、DC-DC コンバータ停止信号をフォトカプラを介して一次側 " DC-AC 制御部 " に送ります。" DC-AC 制御部 " はコンバータ停止信号に従い " DC-AC 変換部 " を停止します。

又、コンバータ内部の温度が一定以上に達すると " 過熱保護回路 " が動作し、" 過電圧保護回路 " と同様にコンバータ停止信号を " DC-AC 制御部 " に送り、" DC-AC 変換部 " を停止します。

" 過電圧保護回路 " 又は " 過熱保護回路 " によって " DC-AC 変換部 " が停止した場合、保護回路の動作原因を取り除いた上で入力電圧（±IN 端子電圧）を一度切ってからでないと " DC-AC 変換部 " は動作しません。

尚、VI-J シリーズには " 過電圧保護回路 " 及び " 過熱保護回路 " は内蔵されておりませんのでご注意下さい。

〈3〉モデル一覧・型名表示

［1］型名表示方法

弊社の DC-DC コンバータには、単体で動作可能な " コンバータ・モジュール " と出力容量を拡張する為にコンバータに接続して使用する " ブースタ・モジュール " の二種類があります。この二種類の製品を " モジュール " と総称します。ブースタ・モジュールは、VI-200 シリーズのみご用意しております。

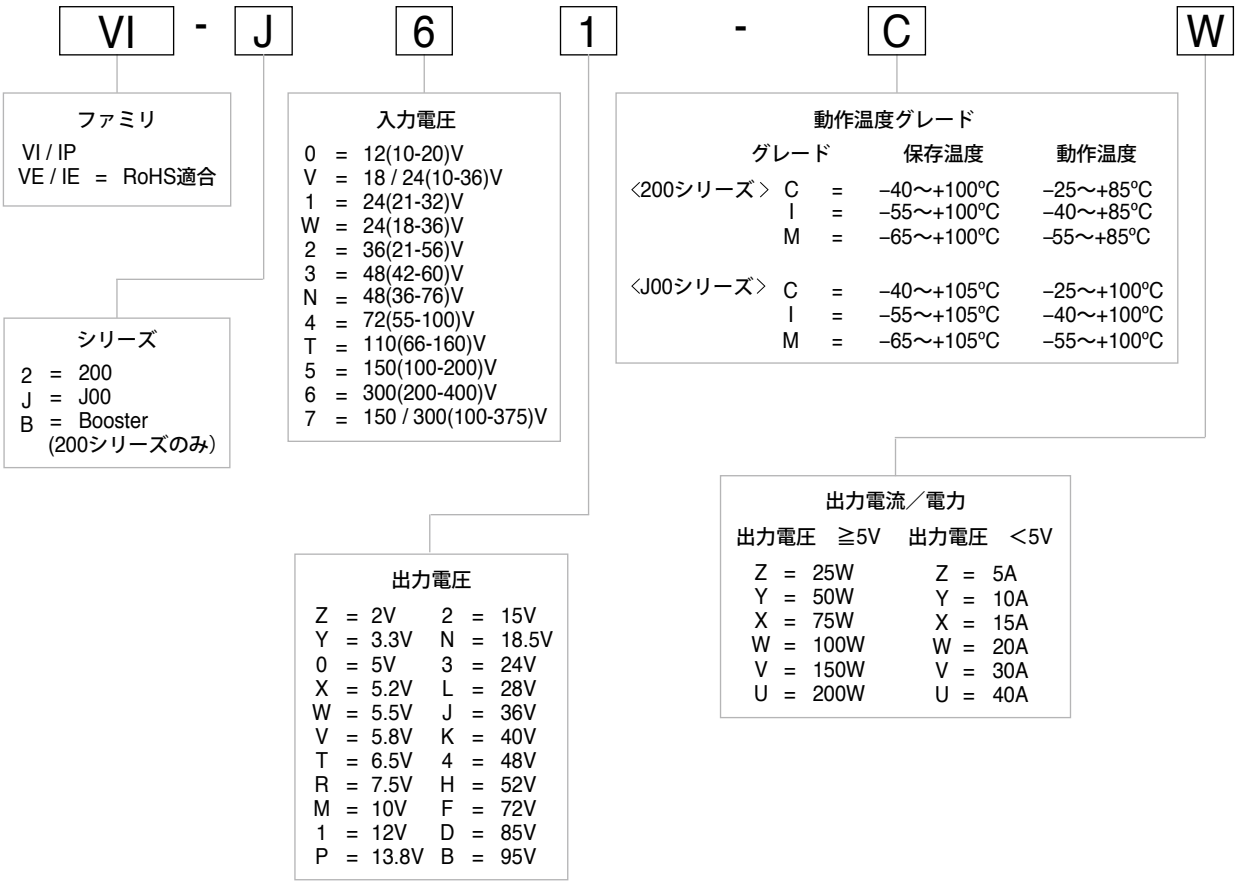


図 3-1　型名表示方法

〈4〉 各端子の使用と機能

［1］ はじめに

VI-200 and VI-J00 シリーズは、プリント基板上にはんだ付け実装されることを意図した製品です。電線を製品の端子に直接はんだ付けすることは、構造上不適切です。その場合は、別売の端子台付オプション（ BusModⅠ 、BusModⅡ ）をご利用下さい。

［2］ ±IN 端子

1. 入力電圧供給用端子です。

2. 使用動作電圧は過渡的なノイズ成分も含めた値として下さい（各モデルのデータシートをご参照下さい）。

［3］ ±OUT 端子

1. 直流電圧出力用端子です（各モデルの公称出力電圧及び調整可能範囲は、データシートをご参照下さい）。

2. 最大出力電圧・最大出力電流以下でご使用下さい。

［4］ ±S 端子

1. コンバータ・モジュールの出力電圧をモニターする為の端子です。コンバータ・モジュールはこの ±S 端子間の電圧が設定電圧に等しくなるように動作します。

2. ±S 端子は必ず ±OUT 端子、又は負荷端に接続して下さい。
   ±S 端子を開放状態で使用しますと、±OUT 端子に出力される電圧が不安定になったり、リップル成分が大きくなる場合があります。

3. ±S 端子を負荷端に接続することにより、±OUT 端子から負荷端までの配線による電圧降下を公称出力電圧の 10%まで補償することができます（リモート・センス機能）。但し、リモート・センスによって公称出力電圧の 10%を超える電圧降下の補償を行いますと、過電圧保護回路が動作する場合があります。

4. －S 端子と－OUT 端子間（リターン側配線）の電圧降下は 0.25V 以下として下さい。－S 端子と－OUT 端子間（リターン側配線）の電圧降下が 0.25V を超えますと過電流保護回路が設定値範囲内で動作しない場合があります。この状態ではモジュールの出力が不安定になったり、破損することがあります。

[5] TRIM 端子

1. コンバータ・モジュールの出力電圧を調整する為の端子です。標準仕様のコンバータモジュールでは、＋10%～－20%の範囲で出力電圧を調整することができます
（＋10%～－20%の範囲外でご使用される場合は、弊社アプリケーションエンジニアにご相談下さい）。

2. 出力電圧を変更しても出力過電圧保護の設定電圧は一定です。

3. 出力電圧を変更しない場合、TRIM 端子は開放とします。TRIM 端子を開放にしますと、コンバータ・モジュールは標準設定電圧を出力します。

	TRIM 端子最大定格	
	Min	Max
印加電圧（V） （標準仕様モデル）	2.00	2.75

	電気的特性		
	Min	Typ	Max
端子開放出力電圧（V） （@－S端子）	—	—	2.7
端子出力電流（mA） （@－S端子と短絡）	—	—	0.30

表4-1　TRIM 端子の定格

[6] GATE IN 端子

1. コンバータ・モジュールの GATE IN 端子はリモート・コントロール端子（ ON ／ OFF 端子）として使用することができます。GATE IN 端子と－IN 端子間を短絡することにより、コンバータ・モジュール及びそれに連なるブースタ・モジュールの動作は停止します。

2. ブースタ・モジュールの GATE IN 端子はブースタが他のモジュールの GATE OUT 端子からの駆動信号を受け取る為にのみ使用します。よって、コンバータ・モジュールとは異なりリモート・コントロールとしての使用はできません。もし他の端子に短絡しますと故障の原因となりますのでご注意下さい。

最大定格（ GATE IN ）→（ －IN ）間		
項目	Min	Max
印加電圧（V）	0	外部から電圧を 印加しないで下さい。
出力電流（流入） （mA）	0	外部から電圧を 印加しないで下さい。

電気的特性（ GATE IN ）→（－IN ）間			
項目	Min	Typ	Max
短絡出力電流 （mA）	—	5.0	7.0
開放出力電圧（V）	—	6.4	8.0
モジュール 動作停止電圧（V）	0.8	1.0	—

表4-2　GATE IN 端子の定格

［7］ GATE OUT端子

1.GATE OUT 端子には、モジュール内部の " DC-AC 制御部 " の駆動パルス信号が出力されます
（〈2〉 - ［1］ 図 2-1 **ブロック・ダイヤグラム** (P.2) をご参照下さい）。

2. ブースタを使用した並列運転では、ドライバーとなるモジュールの GATE OUT 端子から出力する駆動パルス信号は、従属ブースタ・モジュールを同期運転するのに用います。GATE OUT 端子から GATE IN へ送られる信号でブースタ・モジュールは従属的に動作し、各モジュール間で負荷電流分担が効果的に行なわれます
（〈5〉 **端子接続の注意事項** (P.7～) をご参照下さい）。

3. 複数のコンバータを並列接続した冗長運転では、各コンバータの GATE OUT 端子出力をモニターすることにより故障モジュールの検出（モジュール動作表示回路）が可能です
（〈10〉 **周辺回路の設計** (P.44～) をご参照下さい）。

最大定格（ GATE OUT ）→（－IN ）間			
項目		Min	Max
ブースタの GATE IN 端子を接続	負荷抵抗	42.0 kΩ	―
	負荷容量	―	10 pF
ブースタの GATE IN 端子は非接続	負荷抵抗	3.0 kΩ	―
	負荷容量	―	100 pF
接続可能な GATE IN 端子の数		0	1
電気的特性（GATE OUT）→（－IN）間			
項目	Min	Typ	Max
出力電圧（V） " H " レベル	8.0	10.0	15.0
出力電圧（V） " L " レベル	－2.0	―	＋1.0
(*注1)周波数（Hz） 10～100% 負荷	10 kHz	―	1.2 MHz

表4-3 GATE OUT端子の定格

*注1・・・モデルにより多少異なります。

〈5〉端子接続の注意事項

[1] 入力端子の接続方法

（±IN 端子）

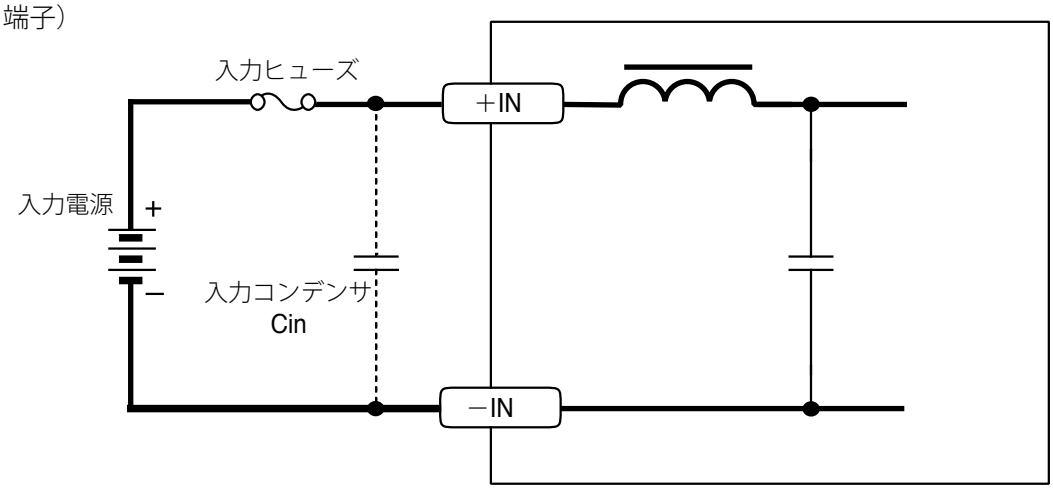


図 5-1　入力端子の接続図

1. 入力配線・PCB パターン
入力端子への配線は配線インピーダンスによる電圧降下分を考慮して<u>モジュール入力端子間電圧（±IN 端子）が、仕様電圧範囲内にあること</u>を確認して下さい。又、入力配線、PCB パターンは最大入力電流（最低入力電圧・最大出力電力使用時）に充分耐えられるよう選定をお願いします。

2. モジュールの入力ピンの近くに小容量の電解コンデンサを接続して下さい。
<u>コンデンサの値は、最小値（μF）＝400÷Vin（min）で求められます。</u>
例えば VI-260-CV の場合 Vin が 200V なので、400÷200 ＝ 2 μF が最小値となります（詳しくは後続の 6. **入力コンデンサ**（P.10）をご参照下さい）。

3. ±IN 端子には過渡的なサージ電圧も含め、<u>入力仕様を超える電圧を印加しないで下さい</u>。入力仕様を超えた電圧が印加されますと、モジュールの破損を招く恐れがあります。

4. <u>入力電圧が最低入力電圧仕様を下回る状態で作動させることは故障の原因となります。</u>入力電源の環境が瞬時停電・電圧低下発生の可能性がある場合、入力電圧監視回路を設け、入力電圧が最低入力電圧以下の時には、コンバータの動作を停止させることをお勧めします。入力電圧監視回路については **〈10〉周辺回路の設定**（P.44～）をご参照下さい。

5. 弊社の DC-DC モジュールは<u>内部に入力ヒューズを備えておりません。</u>入力ラインには安全の為、入力電源の接地極性に関わらず必ず＋IN 端子側に普通容断特性のヒューズを挿入して下さい。

1）AC 電圧を整流平滑して入力電圧としている時、<u>モジュール入力ヒューズ（普通容断特性）は、必ず平滑コンデンサと＋IN 端子の間に挿入して下さい</u>。又、モジュール入力ヒューズとは別に AC ラインにスローブロー特性のヒューズ又はサーキット・ブレーカ等のプロテクションが必要です。

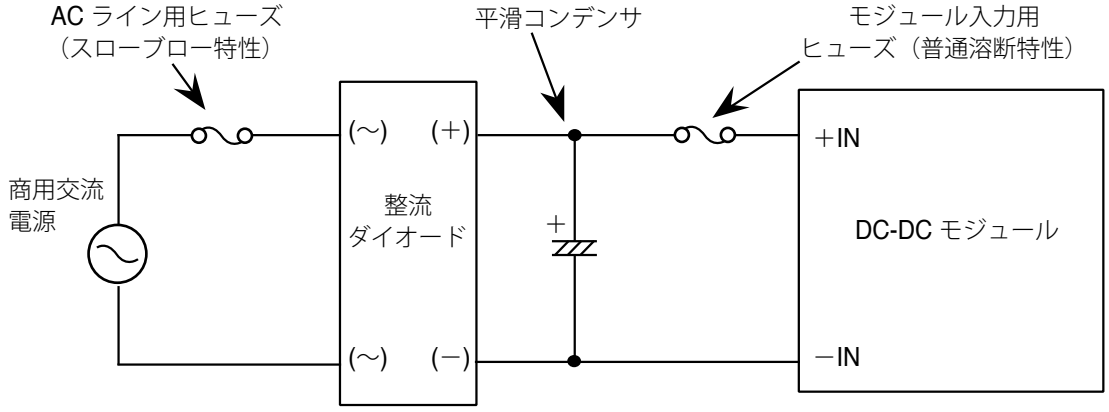


図5-2　整流平滑時の入力側の回路図

2）ヒューズの定格電圧は、入力端子間に印加される最大電圧以上のものを選択して下さい。

3）ヒューズの定格電流は、入力端子間に流れる入力最大電流の 1.3 倍以上のものを選択して下さい。
入力最大電流は下記のように算出します。尚、効率は下表 5-1 の値をご使用下さい。

$$入力最大電流=\frac{最大出力電力}{効率\times最低入力電圧}$$

最低入力電圧 ---------- コンバータ動作中に入力端子間に印加される最低電圧
（通常は入力電圧範囲下限値を使用します）。

VI-200 シリーズ	入力最大電流計算用総合効率				
出力モデル / 入力モデル	2V	3.3V	5V	12～15V	24～48V
VI-□0□, VI-□1□ VI-□W□, VI-□2□	65%	70%	74%	76%	78%
VI-□3□, VI-□N□ VI-□4□, VI-□T□ VI-□5□, VI-□6□	70%	76%	80%	82%	84%
VI-□7□, VI-□V□	63%	69%	72%	74%	76%

VI-J00 シリーズ	入力最大電流計算用総合効率				
出力モデル / 入力モデル	2V	3.3V	5V	12～15V	24～48V
VI-J0□, VI-J1□ VI-JW□, VI-J2□	65%	65%	74%	76%	78%
VI-J3□, VI-JN□ VI-J4□, VI-JT□ VI-J5□, VI-J6□	68%	70%	80%	82%	84%
VI-J7□, VI-JV□	61%	63%	72%	74%	76%

表 5-1　計算用の総合効率

4）入力の供給電源が過電流制限機能を持っている場合、事故発生時に過電流が制限されてヒューズが切断しない場合があります。ヒューズの定格電流は、その供給電源が制限する電流値以下のものを使用して下さい。

5）一般に、DC 48V 以上の直流を遮断できるヒューズは限られています。必ずヒューズの遮断特性（DC 項目）を確認して下さい。DC 100V 以上で遮断特性を満足しない場合、発煙・発火に至ることがあります。

<5> 端子接続の注意事項

5）安全規格の認定を必要とする場合、安全規格上の要求事項として次のモデルでは直流入力ライン（＋IN 側）に指定のヒューズを入れる必要があります。
先の計算により求めた最大入力電流の 1.3 倍以上の電流定格のヒューズを、下表の指定型番・定格条件から選択します。
安全規格の認定を特に必要としない場合には、ヒューズの定格・型番等の指定はありません。但し、その場合にも遮断特性に注意して下さい。

VI-200 シリーズ	指定ヒューズ
VI- □ 7 □-C□シリーズ	PC-Tron（Buss）シリーズ 定格3A、 又は3A以下
VI- □ 6 □-C□シリーズ	
VI- □ 5 □-C□シリーズ VI-□T□-C□シリーズ	PC-Tron（Buss）シリーズ 定格5A、 又は5A以下
VI- □ 4 □-C□シリーズ	電圧定格125V、 又は125V以上 電流定格6A、 又は6A以下
VI- □ 3 □-C□シリーズ	電圧定格125V、 又は125V以上 電流定格8A、 又は8A以下
VI-□N□-C□シリーズ	
VI- □ 2 □-C□シリーズ	電圧定格60V、 又は60V以上 電流定格8A、 又は8A以下
VI-□W□-C□シリーズ	電圧定格60V、 又は60V以上 電流定格12A、 又は12A以下
VI- □ 1 □-C□シリーズ	
VI- □ V □-C□シリーズ	
VI- □ 0 □-C□シリーズ	

VI-J00 シリーズ	指定ヒューズ
VI- J 7 □-C□シリーズ	PC-Tron（Buss）シリーズ 定格2.5A、 又は2.5A以下
VI- J 6 □-C□シリーズ	PC-Tron（Buss）シリーズ 定格3A、 又は3A以下
VI- J 5 □-C□シリーズ VI- JT□-C□シリーズ VI- J 4 □-C□シリーズ	PC-Tron（Buss）シリーズ 定格5A、 又は5A以下
VI- J 3 □-C□シリーズ	
VI- JN□-C□シリーズ	
VI- J 2 □-C□シリーズ	
VI- JW□-C□シリーズ	電圧定格60V、 又は60V以上 電流定格8A、 又は8A以下
VI- J 1 □-C□シリーズ	
VI- J V □-C□シリーズ	
VI- J 0 □-C□シリーズ	

表 5-2　モデル別指定ヒューズ

6. 入力コンデンサ

1）入力の配線が長い場合や入力部にノイズフィルタが挿入される等してライン・インピーダンスが大きい場合、コンバータ・モジュールの動作が不安定になりますので、入力にアルミ電解コンデンサを ±IN 端子間に実装して下さい。その際の目安として（400μF÷ 最低入力電圧）以上の容量が適しています（例 VI-260-CV ⇒ 400÷200V=2μF 以上）。
尚、AC 電圧を整流平滑して使用している場合、平滑コンデンサが ±IN 端子近傍（15cm 以内）に配置されていれば新たに入力コンデンサを追加する必要はありません。

動作入力電圧範囲表示	入力コンデンサの推奨値	
	耐電圧	容量
VI-□0□-C□	25V以上	40μF～
VI-□V□-C□	50V以上	40μF～
VI-□1□-C□	50V以上	19μF～
VI-□W□-C□	50V以上	23μF～
VI-□2□-C□	100V以上	19μF～
VI-□3□-C□	100V以上	9.6μF～
VI-□N□-C□	100V以上	12μF～
VI-□4□-C□	160V以上	7.3μF～
VI-□T□-C□	160V以上	6μF～
VI-□5□-C□	250V以上	4μF～
VI-□6□-C□	400V以上	2μF～
VI-□7□-C□	400V以上	4μF～

表 5-3　モデル別入力コンデンサの推奨値

2）VI-□5□-C□、VI-□6□-C□、VI-□7□-C□ モデルでは、入力投入時に入力電圧が急峻に立ち上がると、コンバータの出力電圧が立ち上がる途中で一瞬出力が低下してから再び立ち上がる現象が現われることがあります。これは急峻な立ち上がりのパルス電圧がコンバータ入力部に印加されると、内蔵されている入力 LC フィルタによって共振を起こし、入力過大電圧保護回路が一瞬動作してしまう為です。この問題の解決の為には、入力電圧波形の立ち上がり時間を 5msec 以上にするか、又は入力コンデンサを外付けする等の方法があります。尚、商用 AC 電圧を整流平滑して直接コンバータに供給している場合には、通常このような問題は生じません。

7. 入力フィルタ
商用交流電圧を整流してコンバータの入力電圧としている場合、入力ラインへの帰還ノイズ減衰と外来サージ、ノイズからのコンバータ保護の為、入力フィルタを設置する必要があります。
蓄電池（バッテリー）等から入力電圧を供給している場合も入力フィルタを設置することにより、入力ラインへの帰還ノイズを減衰させることができます。

8. 突入電流
入力電圧印加時に外付けした入力コンデンサへの充電電流が入力ラインに流れます。この突入時の突入電流の値は、入力電圧・入力立ち上がり時間・入力ラインインピーダンスにより変化します。突入電流が問題になる場合、突入電流制限回路を外付けします（〈9〉周辺回路の設計（P.44～）をご参照下さい）。

[2] **出力端子の配線とリモートセンス**
（±OUT ／ ±S 端子）

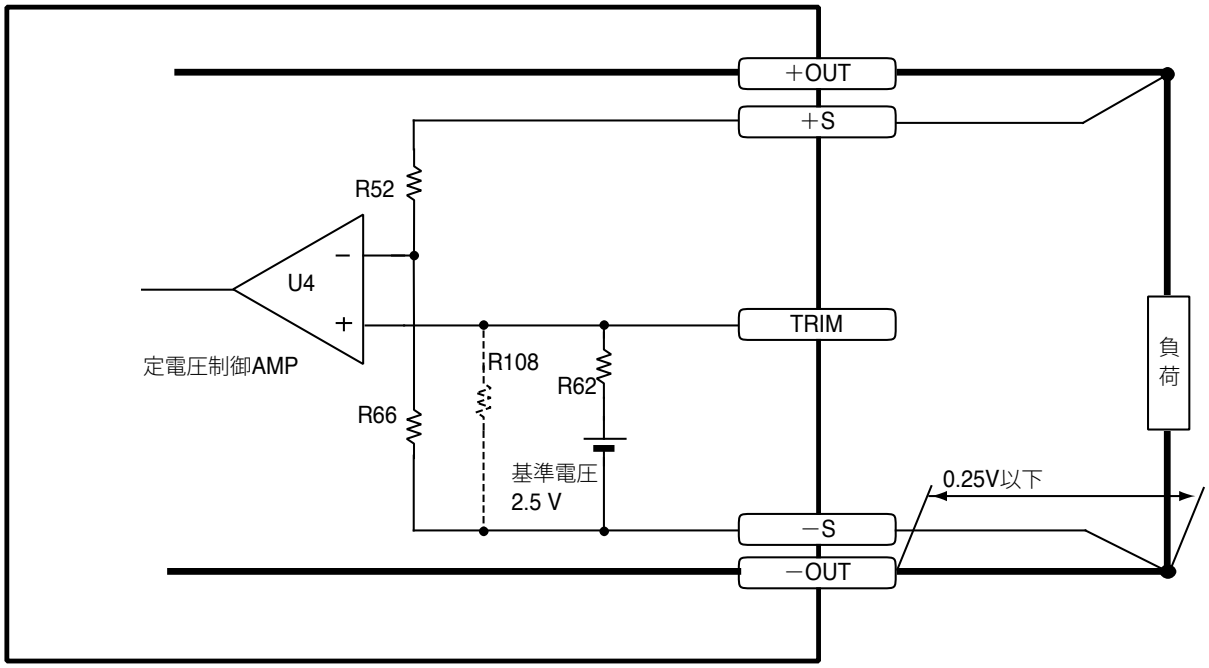


図 5-3　±OUT ／ ±S ／ TRIM 端子の内部回路図

1. 出力配線とプリント基板パターン

1）出力配線・プリント基板パターンは最大出力電流に充分耐え得るよう選定をお願いします。

2） 負荷端までリモートセンスを行なっている場合、± 出力配線による電圧降下の合計が、公称出力電圧の 10%以下で更に、マイナス側（－OUT 端子～負荷）出力配線の電圧降下が 0.25V 以下となるよう、出力配線・基板パターンを選定して下さい（後続の **4. リモートセンス機能**をご参照下さい）。

2.±S 端子は必ず ±OUT 端子、又は負荷端子にそれぞれ必ず同じ極性同士で接続して下さい。

1）±S 端子を開放状態で使用しますと、±OUT 端子に出力される電圧が不安定になったり、リップル成分が大きくなる場合があります。

2） ±S 端子と ±OUT 端子を異なる極性同士で接続することは、コンバータの故障につながりますのでご注意下さい。

3.±S 端子だけ負荷に接続しないようご注意下さい。コンバータの故障につながります。

4. リモートセンス機能

1）リモートセンスを行なうことにより、負荷端での電圧を一定に保つことができます。

2）±S 端子を負荷端に接続することにより、±OUT 端子から負荷端までの配線による電圧降下を公称出力電圧の 10%まで補償することができます（リモート・センス機能）。但し、リモート・センスによって公称出力電圧の 10%を超える電圧降下の補償を行いますと、過電圧保護回路が動作する場合があります。

3）－S 端子と－OUT 端子間（リターン側配線）の電圧降下は 0.25V 以下として下さい。－S 端子と－OUT 端子間（リターン側配線）の電圧降下が 0.25V を超えますと過電流保護回路が設定値範囲内で動作しない場合があります。

4）極性の誤接続や ±S 端子から直接負荷電流をとることは故障の原因となります。

5）リモートセンス線（±S 端子→負荷端）が長くなる時は高周波ノイズの影響を避ける為に、ツイストペア線やシールド線を使用すると共に、下図のように 0.22μF 程度のバイパス・コンデンサ（アルミ電解、又はフィルムコンデンサ）を追加して下さい。もしリモートセンスをすることにより出力が不安定になるような時は、下図のコンデンサの容量を 100～220μF 程度まで増やして下さい。

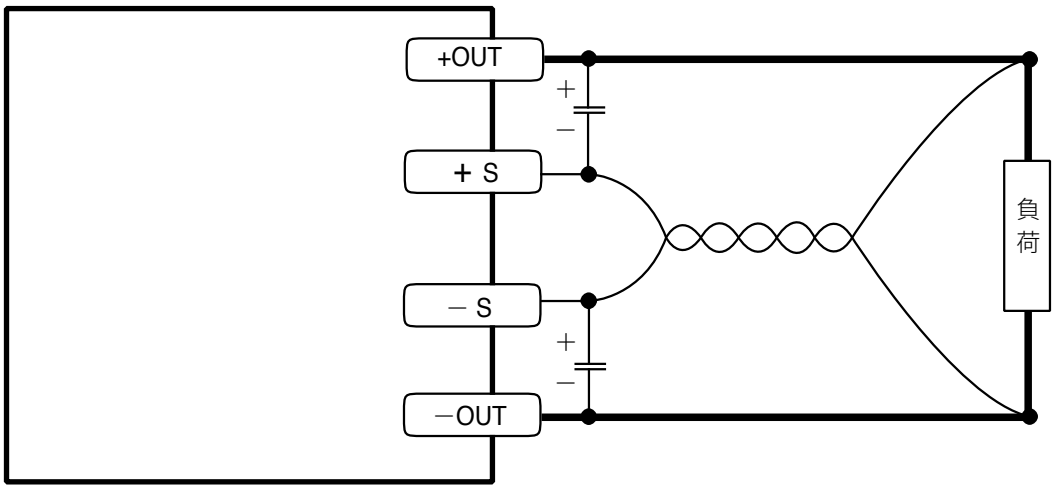


図 5-4　バイパス・コンデンサ追加回路図

6）リモートセンスをしない場合、±S 端子は ±OUT 端子に接続して下さい。この接続によりコンバータは ±OUT 端子間電圧が設定電圧となるように動作します（ローカルセンス機能）。

5. コンバータの出力端と負荷端では出力電力・出力電圧が異なります。モジュールの出力仕様（電圧・電流・電力）をご確認下さい。

1）リモートセンスを行なっている場合、コンバータの出力端電圧は負荷端電圧よりも出力配線による電圧降下分だけ高くなっています。又、リモートセンスを行なっていなくても出力電圧を外部調整により昇圧している場合は、コンバータの出力端電圧は負荷端電圧よりも上昇しています。必ずコンバータ出力端における出力電圧・出力電力が最大出力仕様以内であることをご確認の上ご使用下さい。

2）外部調整による出力設定電圧が公称出力電圧より高い場合、出力電圧が定格電圧以内となるよう、出力電流を最大定格電流よりも低減して使用して下さい。

3）出力電圧を調整により降圧した場合でも、必ず最大定格電流以下の負荷条件でご使用下さい。

6. コンバータは出力仕様を満足するのに最低限必要な出力フィルタを内蔵しています。

1）出力リップル・出力ノイズを更に減衰する必要がある場合、出力フィルタを外部に設置します。出力フィルタ設計については、〈10〉**周辺回路の設計**（P.44～）をご参照下さい。

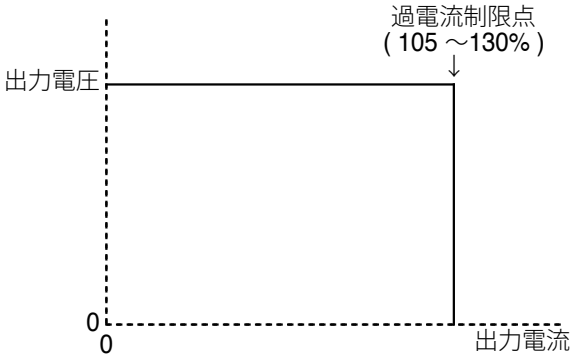
2）モーター、パルス、音声信号等負荷電流の急激な変化が予想される時は、必ず外部に電解コンデンサを実装して下さい。外付けコンデンサの容量は、実際の負荷条件で動作させた時の出力電圧波形に異常が無いか、又は、出力電圧の跳ね返りによって過電圧保護回路が動作しないかを確認して決定します。

7.±OUT 端子に、そのモジュールの公称出力電圧の＋10%以上の電圧を外部から印加しないで下さい。

8.±OUT 端子に逆電圧を印加しないで下さい。

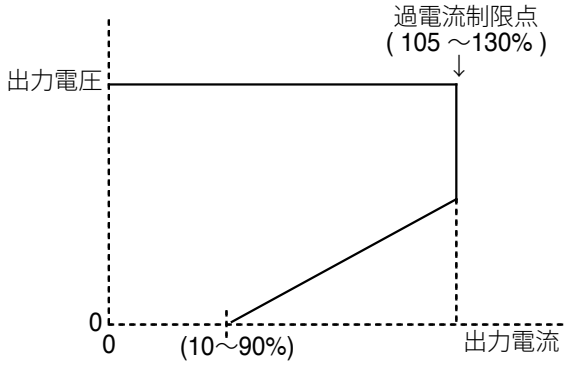
9. 出力電流が定格を超えると過電流制限回路が動作します。出力の垂下特性はモデルによって異なり、それぞれ下図の様になります。尚、過電流制限点は最大定格電流を 100%とした時の値です。

VI-200 シリーズ（12～48V 出力）
VI-J00 シリーズの垂下特性



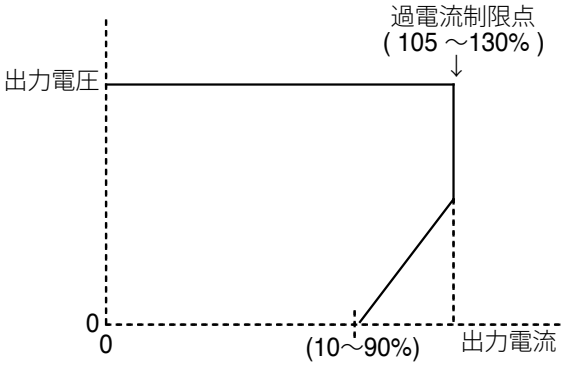
（定電流型垂下特性）

VI-200 シリーズ（5V 出力）の垂下特性



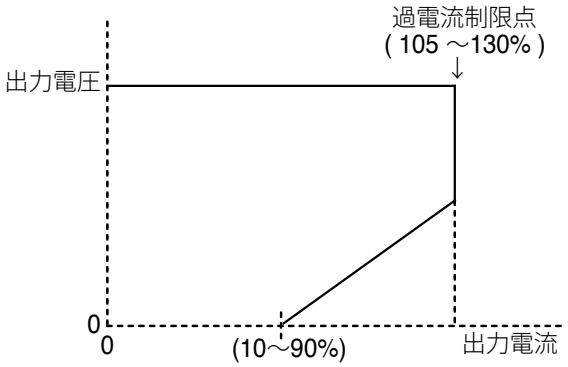
（フの字型垂下特性）

VI-200 シリーズ（2V 出力）の垂下特性



（フの字型垂下特性）

VI-200 シリーズ（3.3V 出力）の垂下特性



（フの字型垂下特性）

図 5-5　モデル別垂下特性

[3] 出力電圧調整用端子の接続
(TRIM 端子)

1.TRIM端子はコンバータ・モジュールの出力電圧を調整する為の端子です。標準仕様のコンバータでは、＋10%～－20%の範囲で出力電圧を調整することが出来ます。出力電圧の具体的な調整方法については 〈6〉出力電圧の調整方法(P.19～)をご参照下さい。

2.出力電圧を変更しない場合、TRIM端子は開放とします。TRIM端子を開放にしますと、コンバータ・モジュールは標準設定電圧(公称出力電圧の±1%Typ)を出力します。

3.ブースタ・モジュールは、TRIM端子を使用しませんので開放として下さい。

4.TRIM端子に外部から電圧(－S端子基準)を印加する場合は、TRIM端子と±S端子間に保護ダイオードを実装して下さい。又その場合でも印加電圧は2.75Vを超えないようにして下さい。〈10〉周辺回路の設計 (P.44～)をご参照下さい。

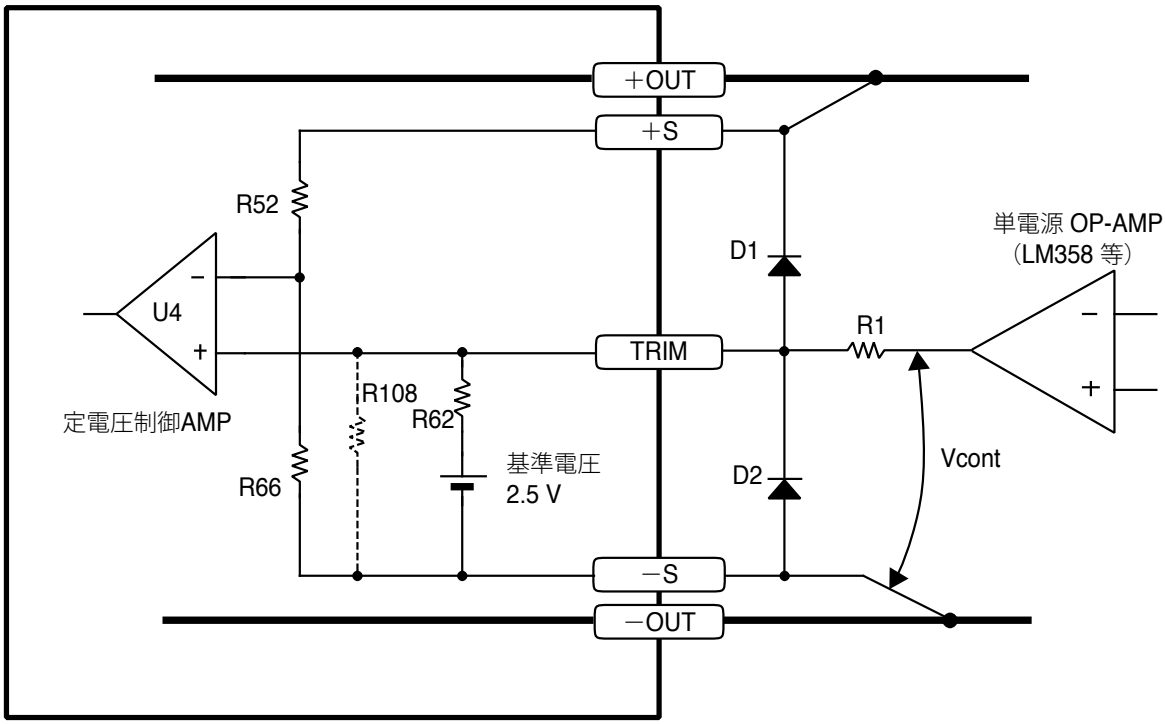


図 5-6　保護ダイオード (D1 , D2) 実装回路図

[4] リモート・コントロール（ON ／ OFF 機能）端子の接続
(GATE IN 端子)

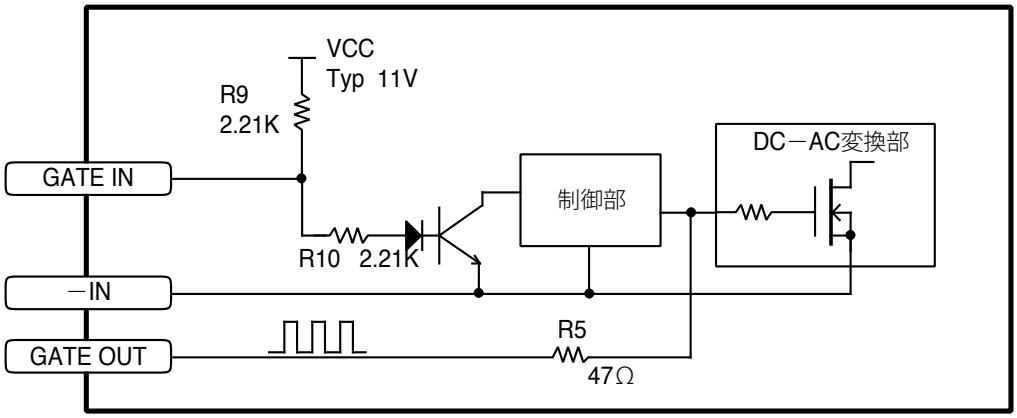


図 5-7　GATE IN ／ GATE OUT 端子の内部回路図

〈5〉端子接続の注意事項

1. コンバータ・モジュールの GATE IN 端子は、リモート・コントロール端子（ON ／ OFF 端子）として使用することができます。GATE IN 端子と－IN 端子間を短絡することにより、コンバータ・モジュール及びそれに連なるブースタ・モジュールが停止します。

2. ブースタ・モジュールの GATE IN 端子はブースタが他のモジュールの GATE OUT 端子からの駆動信号を受け取る為にのみ使用します。コンバータ・モジュールとは異なり、リモート・コントロールとしては使用しないで下さい。他の端子に短絡しますと故障の原因となります。

3. リモートコントロールの具体的方法は〈10〉**周辺回路の設計**（P.44～）をご参照下さい。

4. 複数のコンバータの GATE IN 端子同士を接続する場合、必ずダイオード・オア接続にします。直接 GATE IN 端子同士を接続することは動作不良の原因となります。

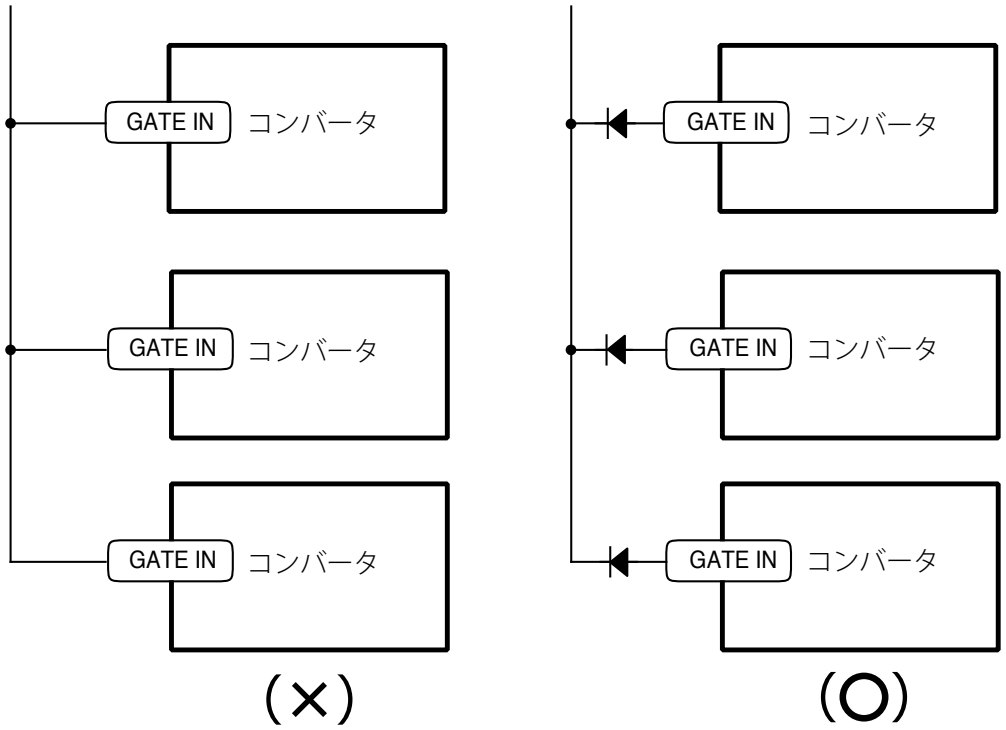


図 5-8　ダイオード・オア接続回路図

5.GATE IN 端子に何も接続しない状態でも、コンバータ・モジュールの GATE IN 端子⇔－IN 端子間には 1μF（定格電圧 10V 以上）のコンデンサ（アルミ電解又はフィルムコンデンサ）を接続します。

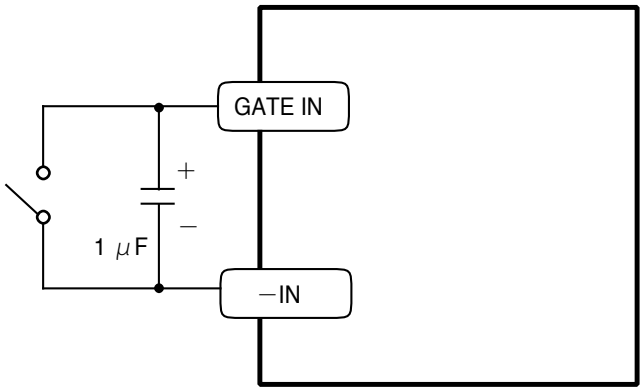


図 5-9　GATE IN⇔－IN 端子間の接続回路図

6. リレー又は機械式スイッチ等の接点開閉によってリモートコントロールを行なう際には、チャタリングノイズの発生によって誤動作しないように GATE ＋IN 端子⇔－IN 端子間のコンデンサ容量を増やして下さい。

[5] GATE OUT 端子の接続

1.GATE OUT 端子には、モジュール内部の "DC-AC 制御部 " から駆動パルス信号が出力されます。

2. ブースタを使用した並列運転では、GATE OUT 端子から出力する駆動パルス信号は、ブースタ・モジュールを同期運転するのに用います。それによって並列に接続されたモジュール間の負荷電流分担が効果的に行なわれます。この場合、一つの GATE OUT 端子に、GATE IN 端子は一つしか接続しないで下さい。
接続方法については後続の[7]**コンバータとブースタの接続**をご参照下さい。

3. モジュール間で GATE OUT 端子同士を接続することは、故障の原因となります。

4. コンバータ・モジュール単体で動作させる場合、通常 GATE OUT 端子は使用しません（開放状態）。
GATE OUT 端子を他の端子に短絡しますと故障の原因となります。

[6] Y コンデンサの実装

1.コンバータを安定に動作させる為、ベースプレートと－IN端子・－OUT端子間に1000pF 程度のセラミックコンデンサを実装して下さい。使用するコンデンサの耐電圧は、入出力⇔筐体間に要求される絶縁耐電圧以上のものを使用して下さい。このコンデンサの実装により、出力コモンモードノイズが低減されます。

2.Yコンデンサの実装後に1次～2次間の耐電圧試験を行ないますと、Cy1 と Cy2 の容量比によって分圧された電圧が、1次とベースプレート間・ベースプレートと2次間に印加されます。
ベースプレートと1次・2次間に印加される電圧が、モジュールの耐圧仕様と使用するYコンデンサの部品定格を超えないよう、Cy1 と Cy2 の容量比率にご注意下さい。

例えば Cy1 に 1,000pF 、Cy2 に 10,000pF を選定します。

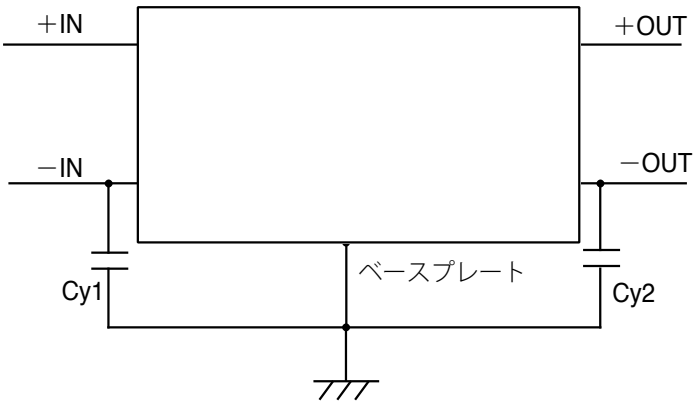


図 5-10　Y コンデンサ実装回路図

3.製品に安全規格が必要な場合、Cy1 は規格適合品から選んで下さい。

[7] コンバータとブースタの接続

1.1 個のコンバータ・モジュールと 1～10 個のブースタ・モジュールの出力を並列に接続することにより、接続したモジュールの個数分の最大電力を出力することが可能です
（標準仕様では 10 個までのブースタを接続することができます。10 個を超える数量のブースタを接続する場合は弊社アプリケーションエンジニアまでご相談下さい）。

2. 使用するブースタ・モジュールには、コンバータ・モジュールと入力定格が同じモデルを使用します。異なる入出力定格のモジュール同士を接続することはできませんのでご注意下さい（〈3〉 **モデル一覧・型名表示方法**（P.3）をご参照下さい）。

3. コンバータ・モジュールの GATE OUT 端子と 1 段目のブースタ・モジュールの GATE IN 端子を接続します。この接続により、使用したコンバータ・モジュールの 2 倍の出力電力供給が可能になります。

4. 使用するコンバータ・モジュールの 3 倍以上の電力が必要な場合、2 段目のブースタ・モジュールの GATE OUT 端子と 3 段目のブースタ・モジュールの GATE IN 端子を接続します。接続したモジュールの出力電力合計まで出力容量の増大が図れます。最後に接続されたブースタ・モジュールの GATE OUT 端子は開放とします。

5. コンバータの GATE OUT 端子に複数のブースタの GATE IN 端子を接続することはできません。一つの GATE OUT 端子には GATE IN 端子は一つしか接続できませんのでご注意下さい。

6. ブースタには、リモートセンス機能・出力電圧調整機能はありません。ブースタの ±S 端子・TRIM 端子は開放として下さい。

7.GATE OUT と GATE IN 端子は、できる限り最短距離で配線（プリント基板上ではパターンによる接続）して下さい。又、ブースタ・モジュールは前段に配置されたモジュールの－IN 端子を基準にして動作しますので、－IN 端子同士の接続も同様に低いインピーダンスで最短距離を配線して下さい。

8. ブースタ・モジュールの安定動作の為、モジュール同士の配線は可能な限り短くして下さい。モジュール間の配線長は 10cm 以内にすることを推奨します。

9. 最大電力定格に対して実際の使用電力を低減することは、製品の寿命を延ばし、ひいてはシステムの信頼性の向上につながります。使用条件にマージンをとられることを推奨します。

9. コンバータとブースタの並列接続

1）出力電圧はコンバータの設定と同じ電圧のまま、出力電圧はコンバータの最大出力 × モジュール個数（コンバータを含む）の拡張が図れます。

2）コンバータ・モジュールとブースタ・モジュールの ±OUT 端子を同極性で接続します。±S 端子を ±OUT 端子から負荷端の間に同極性で接続します。

3）出力電圧の設定を変更する場合は、コンバータ・モジュール単体動作と同様にコンバータ・モジュールの TRIM 端子と＋S 端子、又は－S 端子間に抵抗を外付けします（詳しくは〈6〉**出力電圧の調整方法**（P.19～）をご参照下さい）。

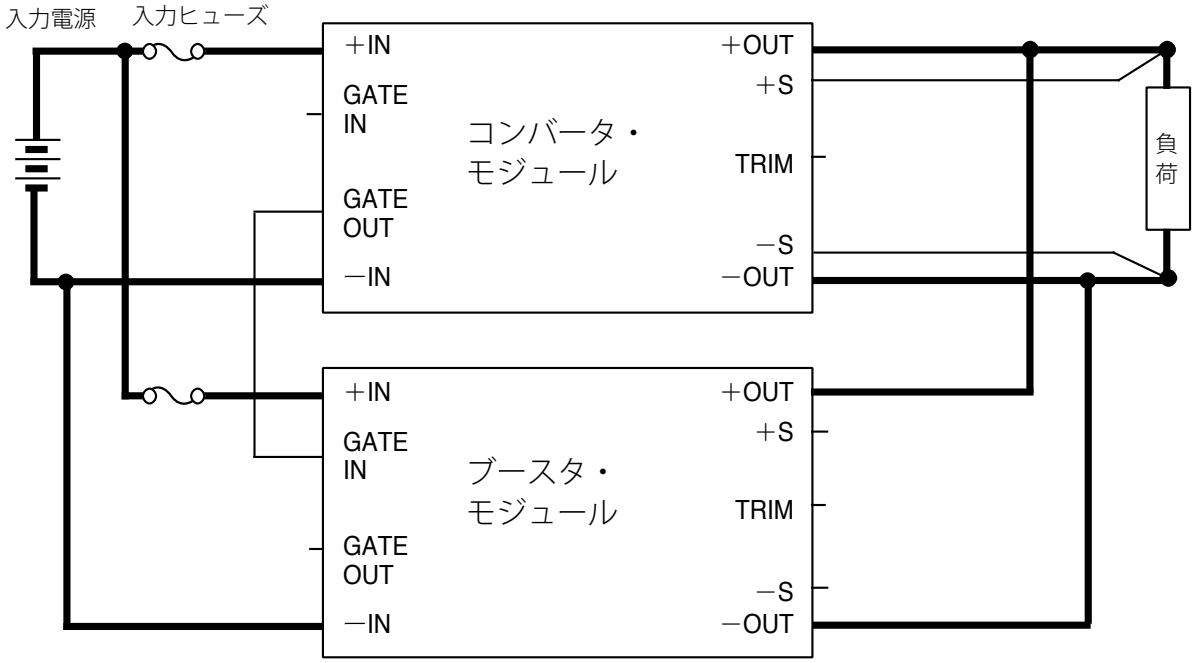


図 5-11　並列接続回路図

〈6〉 出力電圧の調整方法

1.TRIM端子はコンバータ・モジュールの出力電圧を調整する為の端子です。標準仕様では＋10%～－20%の範囲で出力電圧を調整することが出来ます（＋10%～－20%の範囲外でご使用される場合は、弊社アプリケーションエンジニアにご相談下さい。特に、VI-200シリーズモジュールは、＋10%以上昇圧すると過電圧保護機能が動作する場合があり、又、－20%以上降圧すると過熱保護機能が動作しない場合があります）。

1）TRIM端子を開放にしますと、コンバータ・モジュールは標準設定電圧を出力します。尚、ブースタ・モジュールではTRIM端子は使用しませんので開放として下さい。

2）出力電圧を変更しても出力過電圧保護機能の設定電圧は一定です。

3）TRIM端子電圧： Vtrim（TRIM端子と－S端子間の電圧）と出力電圧： Vout（＋S端子と－S端子間の電圧）の関係は次式で表せます。

$$Vout = \frac{R52+R66}{R66} \times Vtrim$$

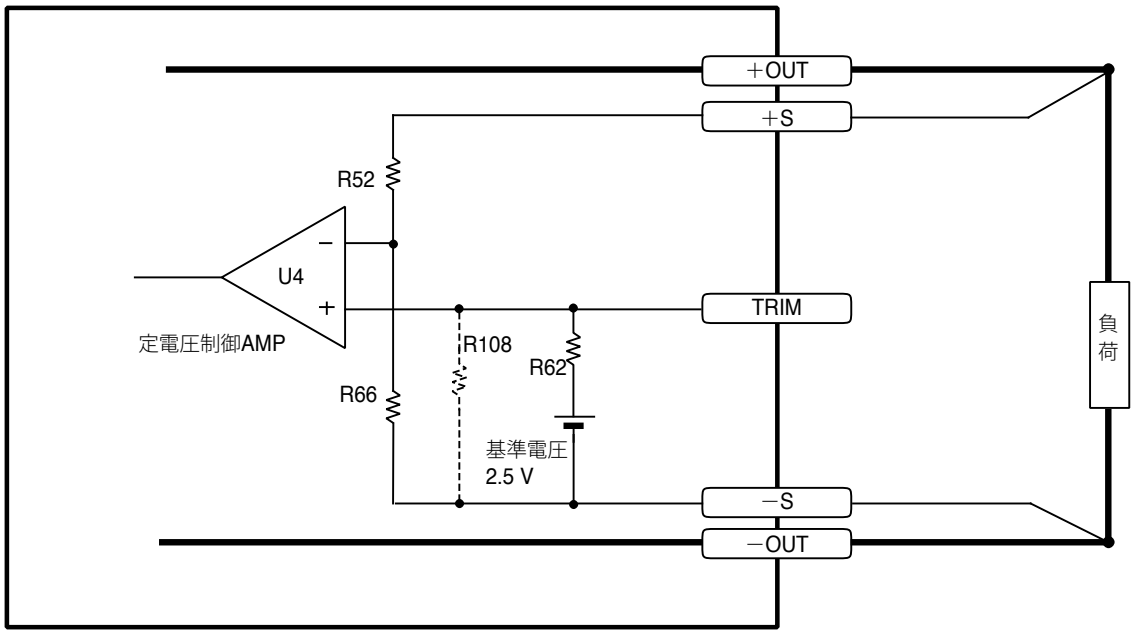


図 6-1　±OUT ／ ±S ／ TRIM 端子の内部回路図

尚、実際には基準電圧に誤差がある為、R66の抵抗値を調整して出力電圧を設定しています。下表のR66の値は参考値として下さい。

	モジュール公称出力電圧							
	2V	3.3V	5V	12V	15V	24V	28V	48V
R52	21.0kΩ	11.5kΩ	19.6kΩ	75kΩ	97.6kΩ	169kΩ	200kΩ	357kΩ
R66	21.0kΩ	35.9kΩ	19.6kΩ					
R108	6.34kΩ	使用しない						
R62	10kΩ							

表 6-1　出力電圧ごとの抵抗値

2. 抵抗による出力電圧降圧方法（トリムダウン）

標準仕様のコンバータモジュールでは公称出力電圧の−20%まで出力電圧を降圧（トリムダウン）することができます。直列接続における出力電圧変更については〈7〉**各種電源構成方法**（P.27〜）をご参照下さい。
使用する抵抗の許容誤差によって出力電圧の設定に誤差を生じますのでご注意下さい。

Vso：使用するモジュールの公称出力電圧（V）
Vout：希望設定電圧（V）

RL：トリムダウン抵抗

F=10（kΩ）（3.3〜48V 出力モデル）

$F=\frac{10\times R108}{10+R108}$（kΩ）（2V 出力モデル）　R108=6.34kΩ

$$\therefore RL=\frac{F\times Vout}{Vso-Vout}\ (k\Omega)$$

RL が決まっている時の出力電圧 Vout は

$$Vout=Vso\times\frac{RL}{F+RL}\ (V)$$

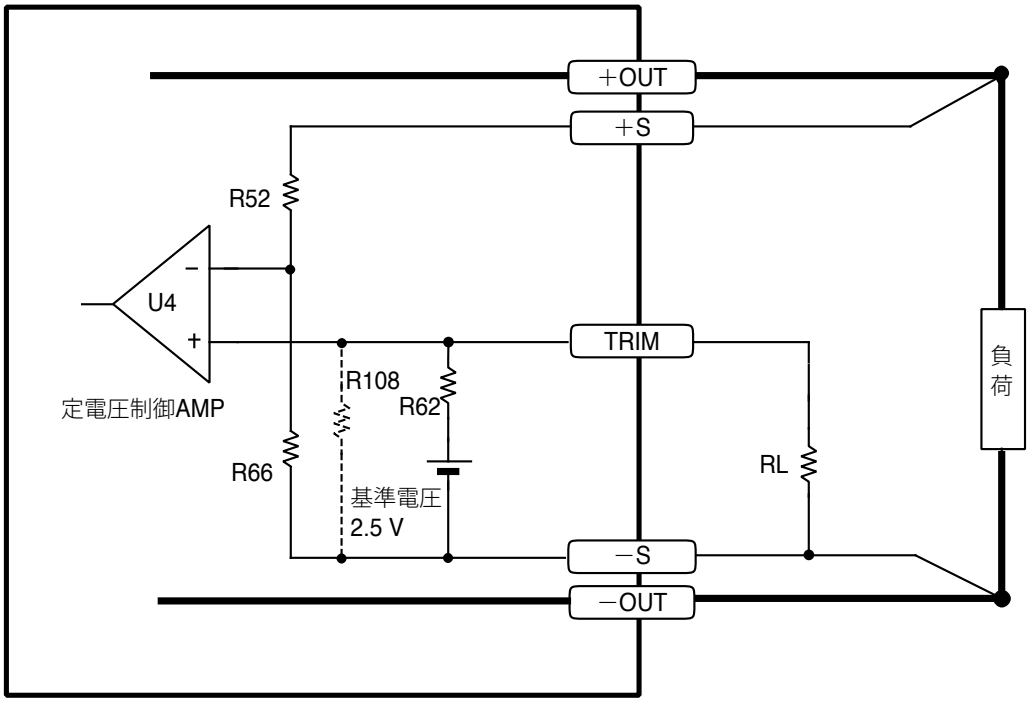


図 6-2　トリムダウン回路図

下表に抵抗 RL の計算例を示します。複数の抵抗器を直列に構成し、計算値になるべく近い値を選択して下さい。

	計算値：トリムダウン抵抗 RL（kΩ）	
出力モデル / 出力電圧	2V	3.3V 〜 48V
−5%	73.72kΩ	190kΩ
−10%	34.92kΩ	90kΩ
−20%	15.52kΩ	40kΩ

表 6-2　トリムダウン時の抵抗値

3. 抵抗による出力電圧昇圧方法（トリムアップ）

標準仕様のコンバータ・モジュールは、公称出力電圧の＋10%まで出力電圧を昇圧（トリムアップ）することができます。

直列接続における出力電圧変更については **〈7〉各種電源構成方法**（P.27～）をご参照下さい。

使用する抵抗の許容誤差によって出力電圧の設定に誤差を生じます。

Vref：0.97V（2V 出力モデル）

Vref：2.5V（3.3V～48V 出力モデル）

F=10kΩ（3.3～出力）

RH：トリムアップ抵抗

F=10kΩ（3.3V～48V 出力）

Vout：希望設定電圧（V）

Vso：使用するモジュールの公称電圧（V）

$F=\frac{10\times R108}{10+R108}$（kΩ）（2V 出力モデル）　R108=6.34kΩ

$$\therefore RH=\frac{F\times Vout}{Vout-Vso}\times\left(\frac{Vso}{Vref}-1\right)(k\Omega)$$

RH が決まっている時の出力電圧 Vout は

$$Vout=\frac{Vso}{1-\frac{F}{RH}\times\left(\frac{Vso}{Vref}-1\right)}(V)$$

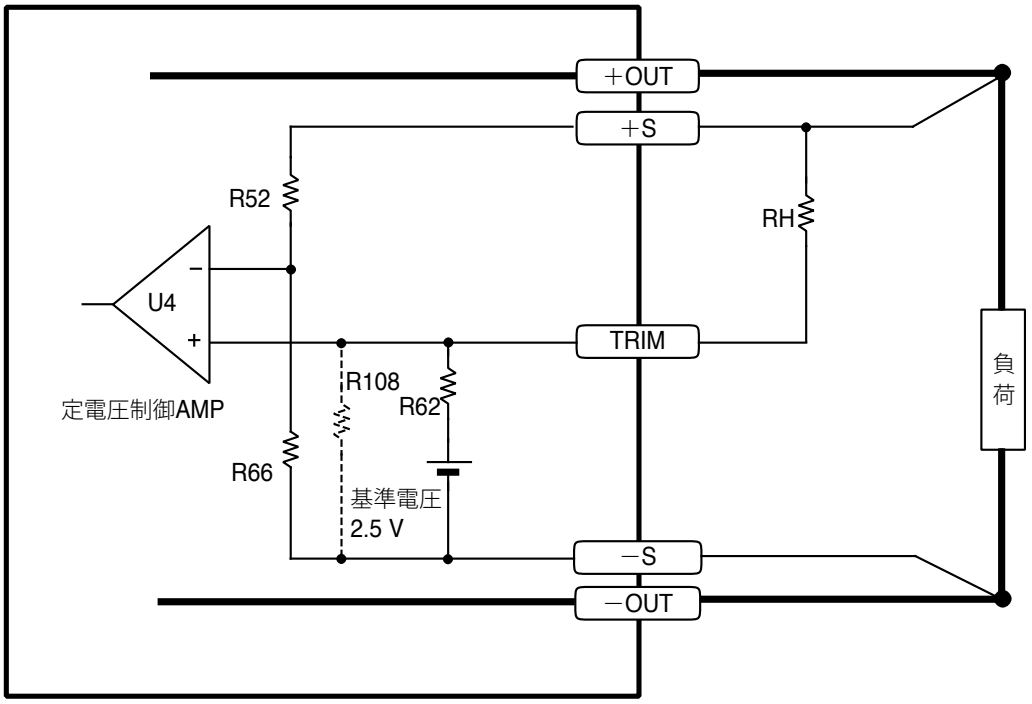


図 6-3　トリムアップ回路図

下表に抵抗 RH の計算例を示します。複数の抵抗器を直列に構成し、計算値になるべく近い値を選択して下さい。

	計算値：トリムアップ抵抗 RH（kΩ）							
出力モデル / 出力電圧	2V	3.3V	5V	12V	15V	24V	28V	48V
＋5%	86.6	67.8	211	800	1050	1806	2142	3822
＋10%	45.3	35.5	110.4	419	551.5	948.9	1122	2002

表 6-3　トリムアップ時の抵抗値

4.可変抵抗による出力電圧調整方法（方法①）

"方法①"の構成は"方法②"に比べて若干計算が煩雑になりますが、出力電圧の調整範囲を任意に設定できます（標準仕様での調整範囲は、−20%〜+10%です）。

使用する抵抗の許容誤差によって可変範囲に誤差を生じます。抵抗の許容誤差にご注意願います。

直列接続での出力電圧調整については〈7〉**各種電源構成方法**（P.27〜）をご参照下さい。

Vref：0.97V（2V出力モデル）　　Vso：公称出力電圧（V）

Vref：2.5V（3.3V〜48V出力モデル）　　Vmax：出力電圧可変範囲上限値（V）

RV：使用する可変抵抗値（kΩ）　　Vmin：出力電圧可変範囲下限値（V）

F=10kΩ（3.3V〜48V出力モデル）

$F=\frac{10\times R108}{10+R108}$（kΩ）（2V出力モデル）　　R108=6.34kΩ

$$G=\left(\frac{Vso}{Vmin}-1\right)\qquad H=\left(\frac{Vso}{Vmax}-1\right)\qquad K=\frac{Vso}{Vref}$$

$$W=\frac{Vso}{Vref}-1\qquad A=G\times\left(\frac{H\times RV}{F}-1\right)+H$$

$$B=G\times RV\times\left(K-2+\frac{H\times RV}{F}\right)+H\times RV\times K$$

$$C=RV\times(K-1)\times(F\times K+G\times RV)$$

$$\therefore Rup=\frac{-B-\sqrt{B^2-4\cdot A\cdot C}}{2\cdot A}\ (k\Omega)\qquad \therefore Rdn=\frac{1}{\frac{G}{F}+\frac{K-1}{Rup+RV}}\ (k\Omega)$$

Rup,Rdn が決まっている時の出力電圧範囲は

$$Vmax=\frac{Vso}{1+F\times\left(\frac{1}{Rdn+RV}-W\times\frac{1}{Rup}\right)}\ (V)$$

$$Vmin=\frac{Vso}{1+F\times\left(\frac{1}{Rdn}-W\times\frac{1}{Rup+RV}\right)}\ (V)$$

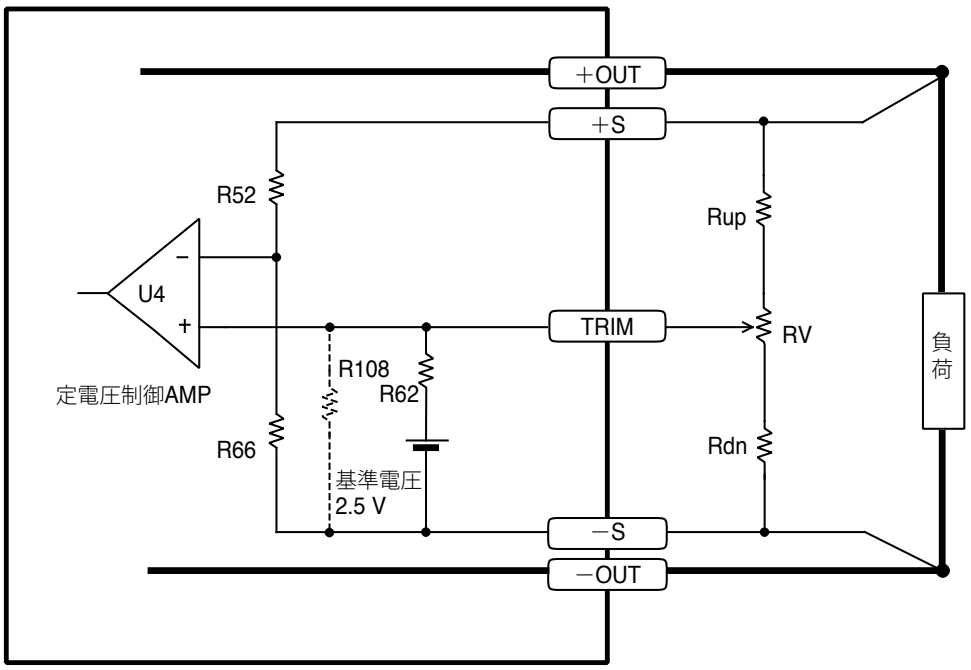


図 6-4　出力電圧調整回路図①

〈6〉 出力電圧の調整方法

使用する可変抵抗器の許容誤差は ±10%以内、プルアップ・プルダウン抵抗 Rup,Rdn は ±1%以内を推奨します。

＊RV=10kΩ使用

E24系列

プルアップ・プルダウン抵抗 Rup, Rdn（kΩ）									
出力モデル / 可変範囲		2V	3.3V	5V	12V	15V	24V	28V	48V
±5%	Rup	20	13	33	100	130	220	240	470
	Rdn	18	47	33	24	22	22	20	22
±10%	Rup	14	8.2	22	75	91	160	200	360
	Rdn	13	30	22	16	15	15	16	16
＋10% −5%	Rup	16	9.1	24	82	110	180	200	330
	Rdn	16	39	24	20	20	18	18	16
＋10% −20%	Rup	12	6.2	18	62	82	130	160	300
	Rdn	8.2	18	15	12	12	10	11	11

E96系列

プルアップ・プルダウン抵抗 Rup, Rdn（kΩ）									
出力モデル / 可変範囲		2V	3.3V	5V	12V	15V	24V	28V	48V
±5%	Rup	21.5	12.7	33.2	113	143	237	280	499
	Rdn	19.6	46.4	33.2	26.7	25.5	23.7	23.7	23.7
±10%	Rup	14.7	8.66	23.2	80.6	102	174	205	365
	Rdn	13.0	32.0	22.6	18.2	16.9	16.5	16.5	16.2
＋10% −5%	Rup	16.5	10.2	26.7	86.6	113	191	232	402
	Rdn	17.4	42.2	28.7	21.5	21.0	20.0	20.5	19.6
＋10% −20%	Rup	12.4	6.81	19.6	66.5	87.6	150	174	309
	Rdn	8.45	21.0	16.2	12.7	12.7	12.4	11.8	11.8

表 6-4　E-24,E-96 系列の可変抵抗値①

5. 可変抵抗による出力電圧調整方法（方法②）

″方法②″の構成は″方法①″に比べて若干計算が簡単になりますが、降圧範囲が狭いと昇圧範囲が制限されてしまいます。

使用する抵抗の許容誤差によって可変範囲に誤差を生じます。抵抗の許容誤差にご注意下さい。

直列接続での出力電圧調整については〈7〉**各種電源構成方法**（P.27～）をご参照下さい。

Vref：2.5V（5V～48V出力モデル）　　Vso：モジュールの公称出力電圧（V）

Vmin：出力電圧可変範囲下限値（V）　　RV：使用する可変抵抗値（kΩ）

Vmax：出力電圧可変範囲上限値（V）

$$\therefore RA = \frac{10 \times Vmin}{Vso - Vmin}\ (k\Omega) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{5～48V出力モデル}$$

$$V1 = \left(\frac{Vmax \times Vref}{Vso}\right) \times \left(1 + \frac{RA}{10}\right) - \frac{2.5 \times RA}{10}$$

$$\therefore Rdn = \frac{Vmax - V1}{\dfrac{V1}{RV} + \left(V1 - \dfrac{Vmax \times Vref}{Vso}\right) \times \dfrac{1}{RA}}\ (k\Omega) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{5～48V出力モデル}$$

RA,RBが決まっている時の出力電圧範囲は

$$Vmin = \frac{RA \times Vso}{10 + RA}$$

$$Vmax = \frac{Vso \times (RA \cdot RB + RA \cdot RV + RB \cdot RV)}{10 \cdot RB + (RA \cdot RB + RA \cdot RV + RB \cdot RV) - 10 \cdot RV \cdot \left(\dfrac{Vso}{Vref} - 1\right)}$$

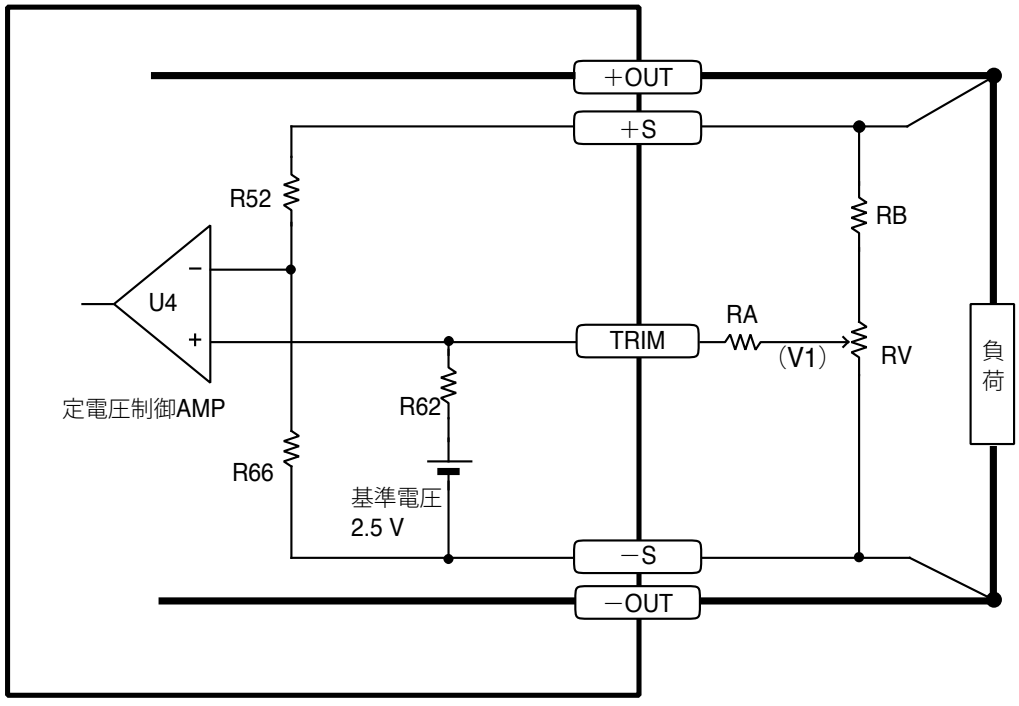


図 6-5　出力電圧調整回路図②

〈6〉 出力電圧の調整方法

使用する可変抵抗器の許容誤差は ±10%以内、プルアップ・プルダウン抵抗 RA,RB は ±1%以内を推奨します。

＊RV=10kΩ使用

E24 系列

プルアップ・プルダウン抵抗 RA, RB（kΩ）							
出力モデル / 可変範囲		5V	12V	15V	24V	28V	48V
±5%	RA	180	180	180	180	180	180
	RB	0.43	13	18	33	43	75
±10%	RA	82	82	82	82	82	82
	RB	1	13	20	36	43	82

E96 系列

プルアップ・プルダウン抵抗 RA, RB（kΩ）							
出力モデル / 可変範囲		5V	12V	15V	24V	28V	48V
±5%	RA	178	187	187	187	187	187
	RB	0.487	13.0	18.2	34.8	42.2	78.7
±10%	RA	88.7	88.7	88.7	88.7	88.7	88.7
	RB	0.732	1.73	19.1	35.7	43.2	80.6

表 6-6　E-24、E-96 系列の可変抵抗値②

6. 外部から端子に電圧（@－端子基準）を印加する場合は、2.75V を超えないようにして下さい。又、モジュール内部回路保護の為、保護ダイオードを実装して下さい。

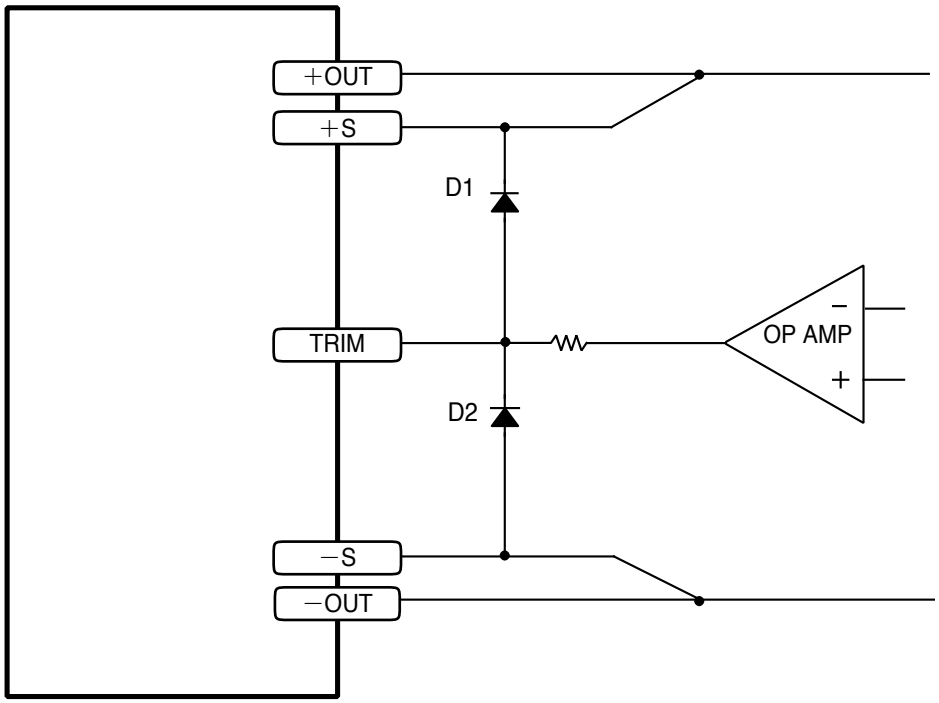


図 6-6　保護ダイオード (D1 , D2) 実装回路図

［1］出力容量 200W までの単出力電源 …… コンバータ・モジュール単体の使用

1. 下図は、コンバータ・モジュールを単体で使用する際の基本接続図です。

2. コンバータ・モジュール単体で動作させる場合、GATE OUT 端子は使用しませんので開放状態として下さい。
GATE OUT 端子を他の端子に短絡しますと、故障の原因となりますのでご注意下さい。

3. 安全の為入力ヒューズは必ず実装して下さい。
〈5〉-［1］**端子接続の基本的注意事項 - 入力端子の接続方法**（P.7～）をご参照下さい。

4. 入力ラインインピーダンスが大きい場合、入力コンデンサ（Cin）を実装して下さい。
〈5〉-［1］**端子接続の基本的注意事項 - 入力端子の接続方法**（P.7～）をご参照下さい。

5. 出力リップル成分を減衰する必要がある場合、出力コンデンサ（Cout）、出力フィルタ等を実装して下さい。
〈10〉-［2］**周辺回路の設計 - 出力フィルタ回路**（P.48～）をご参照下さい。

6. コンバータ出力電圧を変更したい場合、±S 端子と TRIM 端子間に抵抗を外付けします。
〈6〉**出力電圧の調整方法**（P.19～）をご参照下さい。

7. リモートコントロール（出力 ON ／ OFF）を行なう場合、GATE IN 端子にリモートコントロール回路を接続します。
〈10〉-［3］**周辺回路の設計 - コントロール回路**（P.50～）をご参照下さい。

8. コンバータを安定して動作させる為、ベースプレートと－IN 端子、－OUT 端子間に 1000pF 程度のセラミックコンデンサを実装して下さい。使用する Y コンデンサの耐電圧は入出力⇔筐体間に要求される絶縁耐圧以上のものを使用して下さい。
Y コンデンサの実装後に 1 次－2 次間の耐電圧試験を行ないますと、Cy1 と Cy2 の容量比によって分圧された電圧が、1 次とベースプレート間、ベースプレートと 2 次間に印加されます。ベースプレートと 1 次・2 次間の印加電圧が、製品仕様を超えないよう、Cy1 と Cy2 の容量比にご注意下さい。

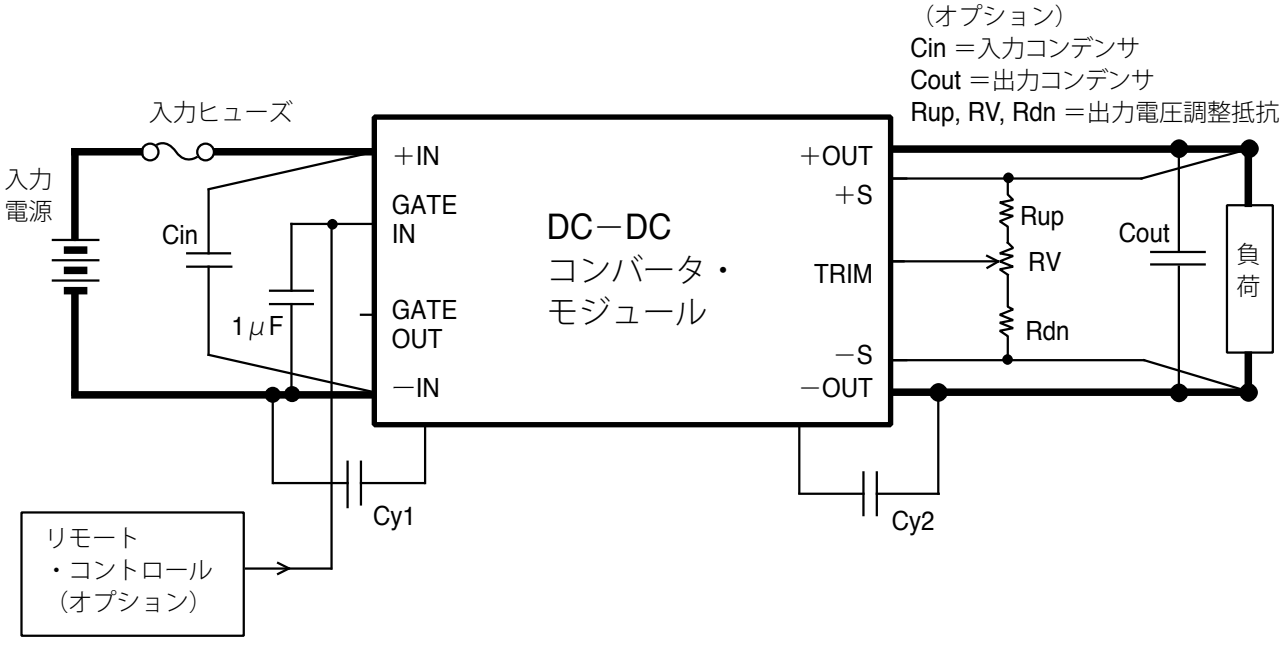
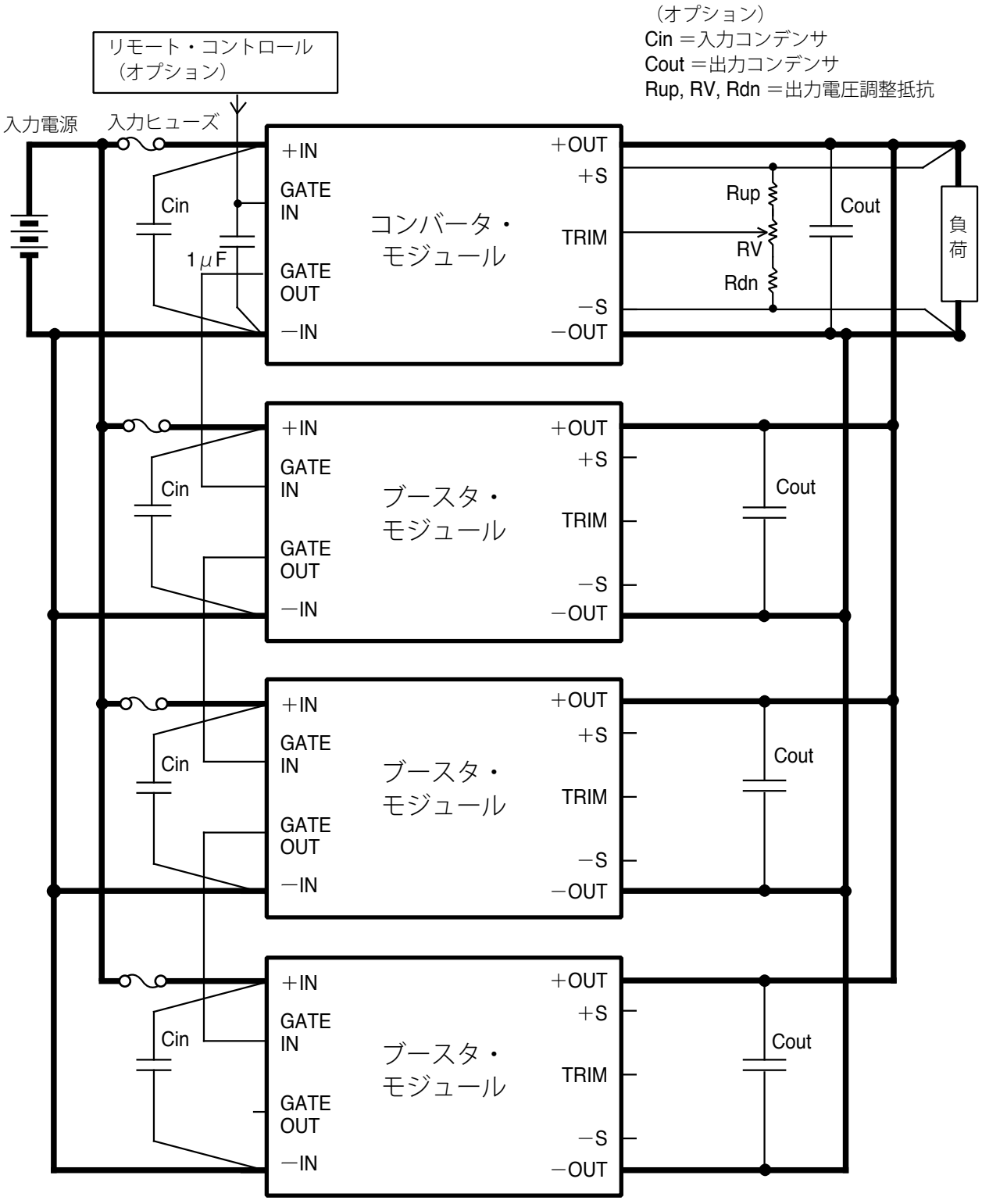


図 7-1　Y コンデンサ実装回路図

［2］ 出力容量 200W 以上の単出力電源 ……［コンバータ］＋［ブースタ］ の並列運転

1.1 個のコンバータと 1～10 個のブースタの組み合わせにより、出力電圧はコンバータと同じ設定のまま出力電流の拡張ができます。このシステムの特徴としては、使用する 1 個のコンバータによって全体が動作している為、コンバータが停止すると全体の出力が停止します。又、ブースタが停止した場合は、停止したブースタ以降のブースタは、全て動作を停止します（標準仕様では 10 個までのブースタを接続することができます。
10 個を超える数量のブースタを接続する場合は弊社アプリケーションエンジニアまでご相談下さい）。



※ヒューズは各モジュールに入れて下さい。

図 7-2　並列運転回路図

2. 使用するブースタ・モジュールには、コンバータ・モジュールと入出力定格が同じモデルを使用します。異なる入出力定格のモジュール同士を接続することはできませんのでご注意下さい
（〈3〉**モデル一覧・型名表示方法**（P.3）をご参照下さい）。

3. コンバータ・モジュールの GATE OUT 端子と、一段目のブースタ・モジュールの GATE IN 端子を接続します。この接続により使用したコンバータ・モジュールの 2 倍の出力電力供給が可能になります。

4. 使用するコンバータ・モジュールの 3 倍以上の電力が必要な場合、次段目のブースタ・モジュールの GATE OUT 端子と次々段目のブースタ・モジュールの GATE IN 端子を接続します。接続したモジュールの出力電力合計まで出力容量の増大が図れます。最後に接続されたブースタ・モジュールの GATE OUT 端子は開放とします。

5. コンバータの GATE OUT 端子に複数のブースタの GATE IN 端子を接続することはできません。一つの GATE OUT 端子には GATE IN 端子は一つしか接続できませんのでご注意下さい。

6.GATE OUT と GATE IN 端子は、できる限り最短距離で配線（プリント基板上では、パターンによる接続）して下さい。又ブースタ・モジュールは、前段に配置されたモジュールの－IN 端子を基準にして動作しますので－IN 端子同士の接続も同様に低いインピーダンスで最短距離を配線して下さい。

7. コンバータ・モジュールと、ブースタ・モジュールの ±OUT 端子を同極性で接続します。±S 端子は ±OUT 端子から負荷端の間に同極性で接続します。
出力電圧の設定を変更する場合は、コンバータ・モジュール単体動作と同様にコンバータ・モジュールの TRIM 端子と＋S 端子、又は－S 端子間に抵抗を外付けします
（〈6〉**出力電圧の調整方法**（P.19）をご参照下さい）。

8. ブースタにはリモートセンス機能・出力電圧調整機能はありません。ブースタの ±S 端子・TRIM 端子は開放として下さい。

9. ブースタ・モジュールの安定動作の為、モジュール同士の配線は可能な限り短くして下さい。モジュール間の配線長は 10cm 以内にすることを推奨します。

10. 最大電力定格に対して実際の使用電力を低減することは製品の寿命を延ばし、ひいてはシステムの信頼性の向上につながります。使用条件にマージンをとられることをお勧めします。

[3] 出力電圧 53V 以上の単出力電源 ……[コンバータ]＋[コンバータ] の直列運転

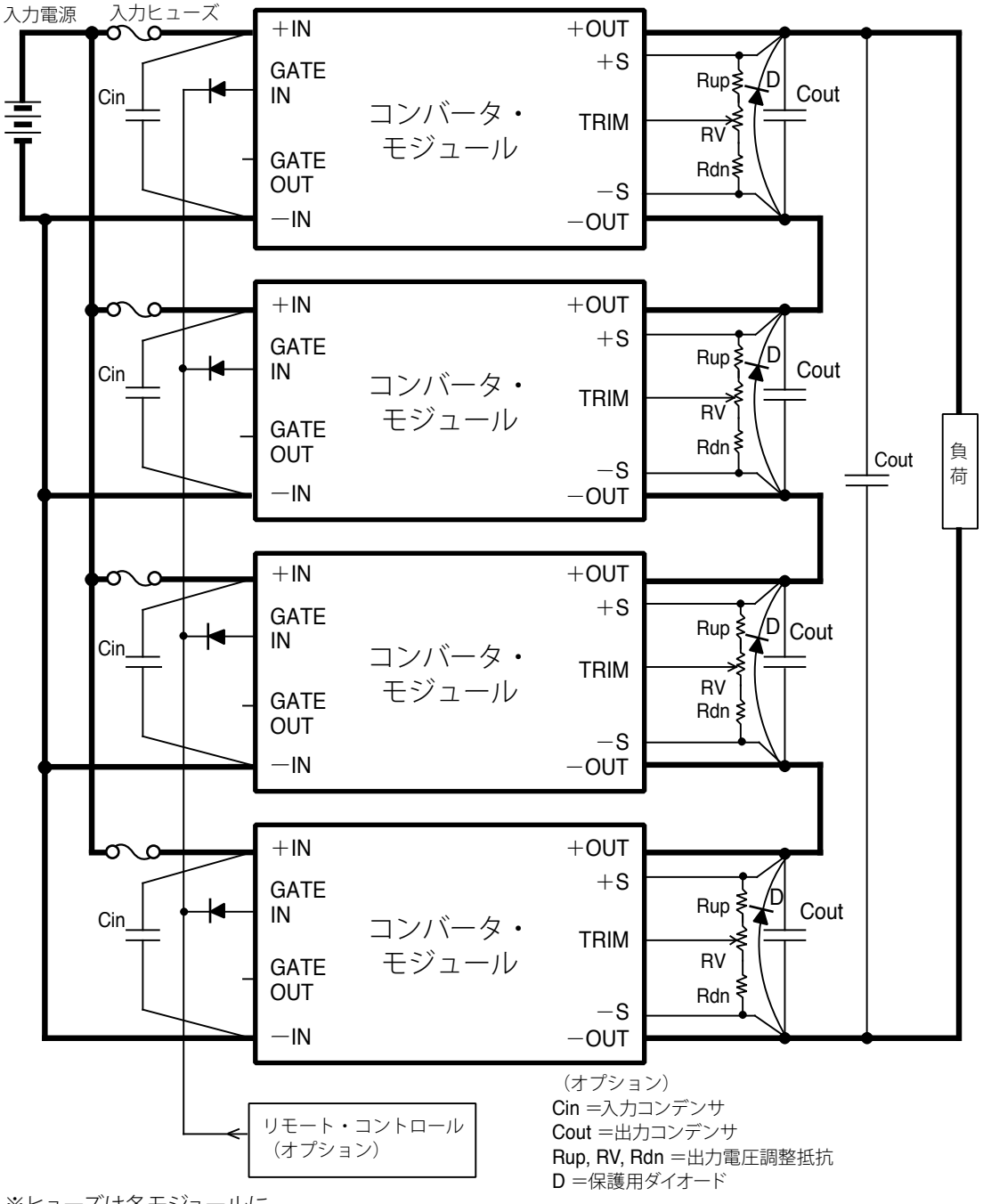
1.1～10個のコンバータ・モジュールの出力を直列接続にすることにより、出力電圧の拡張ができます。直列に段積みされたコンバータの各出力電圧の合計が全体の出力電圧となります。

2.接続したコンバータの一部のみを単独で運転／停止動作させることはできません。必ず接続した全てのモジュールを同時に運転動作させて下さい。

3.全体の出力電圧を調整する場合、個々のコンバータの出力を調整する必要があります。

4.全体の最大出力電流は、使用したコンバータの出力定格となります。

5.電源投入時及び負荷短絡後、コンバータの過電流保護値のばらつきにより、逆バイアス状態になったコンバータが、立ち上がり不良を起こすことがあります。その場合は、図のダイオードDを追加して下さい。



※ヒューズは各モジュールに入れて下さい。

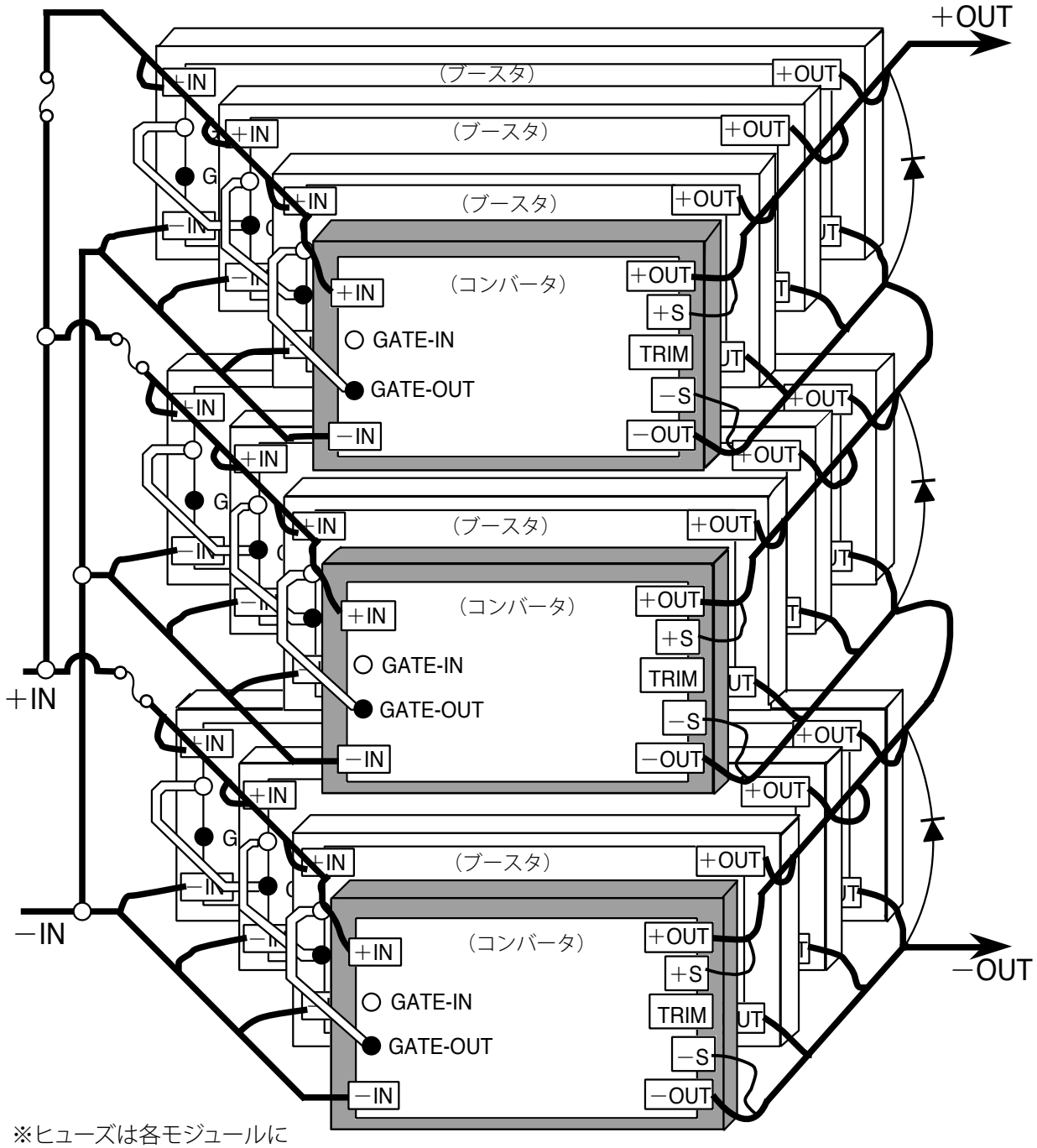
図 7-3　直列運転回路図

5. 直列接続した各コンバータそれぞれにブースタを並列接続すれば、更に出力電流の拡張ができます。

1）各コンバータ共、必ず同じ入出力定格・同じ個数のブースタを並列接続して下さい。

2）下図のように、コンバータとブースタの GATE IN 端子・GATE OUT 端子の接続は、各段ごとに行なって下さい。

3）全体の最大出力電流は、各段に使用した（コンバータ＋ブースタ並列構成）の出力電流定格となります。



※ヒューズは各モジュールに
入れて下さい。

図 7-4　直列＋並列運転のイメージ図

[4] 信頼性向上の為の並列冗長運転 …… [コンバータ]＋[コンバータ] の並列運転

1. 出力電力の拡張方法として、コンバータ・モジュールのみを並列接続する方法があります。この接続方法を行ないますと、使用しているモジュールの一部が故障した場合でも、全体のシステムに影響を与えない冗長運転が可能になります。

（オプション）
Cin ＝入力コンデンサ
Cout ＝出力コンデンサ
Rup, RV, Rdn ＝出力電圧調整抵抗

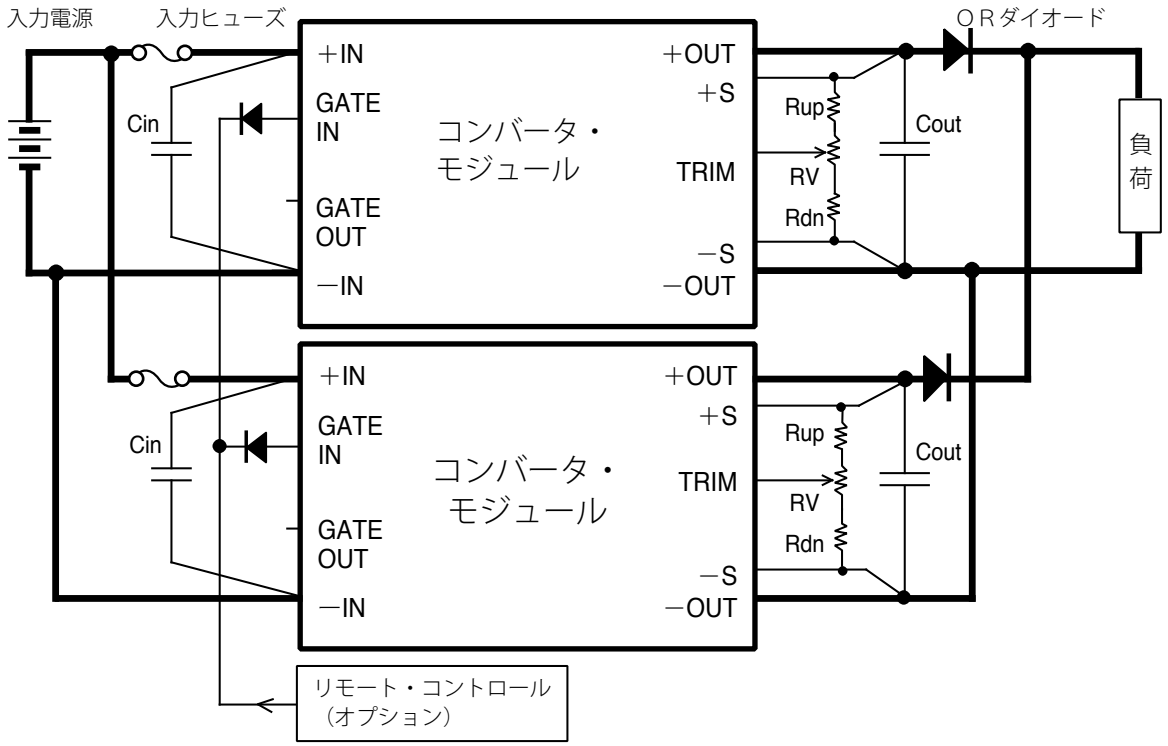


図 7-5　並列冗長運転回路図

2. コンバータ＋ブースタ構成による並列接続では、使用しているコンバータ・モジュールが故障すると全ての出力が停止しますが、コンバータ・モジュールのみによる並列接続では、故障した以外のコンバータ・モジュールは、停止しません。何らかの原因で作動中のコンバータが故障停止すると、他のコンバータが動作して出力を維持します。よって、この構成では、システム全体の信頼性を向上することができます。

3. コンバータのみによる並列接続では、各モジュールが負担する負荷電流のバランスをとる機能がありませんので、次のような注意が必要です。

1）コンバータは、その出力設定電圧よりも大きな電圧を外部から印加されると動作を停止します。各コンバータの ±S 端子を負荷端に直接接続している場合、出力電圧設定の違いから、接続したコンバータのうち 1 台しか動作しないことがあります。よって、使用する各コンバータの出力容量は、それぞれの負荷電力全体を上回る必要があります。例えば、200W の負荷に対して冗長運転を行なうには、出力容量 200W のコンバータを 2 台並列接続します。

2）リモートセンスを行なっていない場合（ローカルセンス）、各モジュールの出力電流は、それぞれの出力端子（±S 端子接続接点）から負荷端子までの配線インピーダンスの比率と出力電圧の設定誤差によって配分されます。よって、この配線インピーダンスが等しく出力電圧の設定誤差を無視できる場合には、[使用するコンバータの出力容量]×[モジュール台数]分の負荷電力が得られます。つまり、負荷電力を賄えるだけのコンバータ数量に加えて更に 1 台以上のコンバータを並列接続しますと、その追加した台数分が、非常時の予備台数[(n＋1)冗長運転]となります。例えば、600W の負荷に対して冗長運転を行なうには、出力容量 200W のコンバータを最低 4 台（3＋1 台）並列接続します。

3.冗長運転を確実にする為、出力ラインにオア・ダイオードを接続することを推奨します。オア・ダイオードを使用しますと、使用コンバータの1台が出力短絡故障となっても全体のシステムに影響を与えません。
使用するダイオードの耐電圧定格は、コンバータの過電圧保護値以上、電流定格はコンバータの過電流保護値以上として下さい。一般にオア・ダイオードには、ヒートシンクを使用した放熱が必要です。

1）＋S端子をオア・ダイオードと＋OUT端子間に接続した場合、各コンバータの出力電圧の設定が少し異なっていても接続したコンバータが停止することはありません。負荷電流の分担は、出力電圧の設定、各々のダイオードのドロップ、そしてライン・インピーダンスによって決まります。

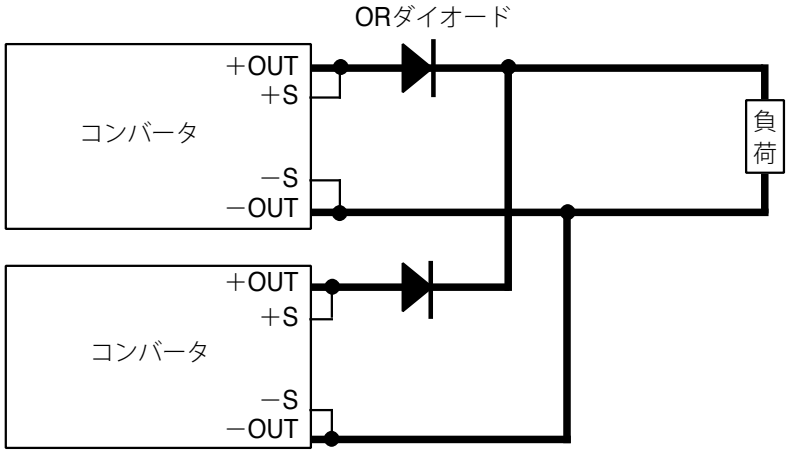


図 7-6　オア・ダイオード接続回路図

2）下図のとおり、オア・ダイオードの電圧降下をセンスすることによって負荷分担を積極的に行なうことも可能です。

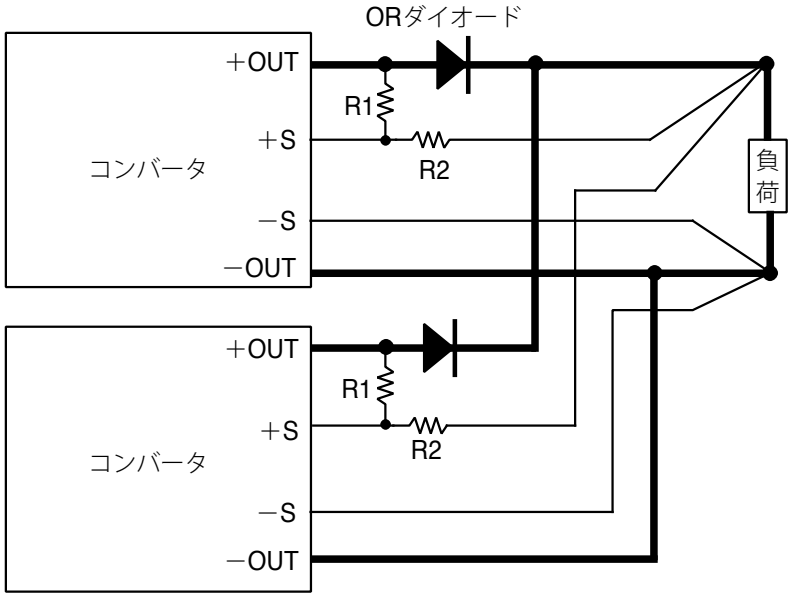


図 7-7　オア・ダイオードの電圧降下をセンスした回路図

4. 各モジュールの放熱は、冗長運転できなくなった状態を想定し、それぞれ 100%の負荷条件での発熱に耐え得るよう設計して下さい。詳しくは〈8〉放熱設計（P.34～）をご参照下さい。

〈8〉放熱設計

[1] 使用モジュールの消費電力計算

下表に示す効率の値によって、使用モジュールの最大消費電力を計算します。ここで次式の出力電力は、モジュール出力端での電力であることにご注意下さい。

$$\text{最大消費電力(Pd)} = (\text{モジュールの最大出力電力}) \times \left(\frac{1}{\text{総合効率}} - 1\right)$$

$$= (\text{モジュールの最大出力端子電圧}) \times (\text{最大負荷電流}) \times \left(\frac{1}{\text{総合効率}} - 1\right)$$

$$= (\text{負荷端電圧} + \text{出力配線降下電圧}) \times (\text{最大負荷電流}) \times \left(\frac{1}{\text{総合効率}} - 1\right)$$

VI-200 シリーズ	最大消費電力計算用総合効率				
出力モデル / 入力モデル	2V	3.3V	5V	12～15V	24～48V
VI-□0□, VI-□1□ VI-□W□, VI-□2□	65%	70%	74%	76%	78%
VI-□3□, VI-□N□ VI-□4□, VI-□T□ VI-□5□, VI-□6□	70%	76%	80%	82%	84%
VI-□7□, VI-□V□	63%	69%	72%	74%	76%

VI-J00 シリーズ	最大消費電力計算用総合効率				
出力モデル / 入力モデル	2V	3.3V	5V	12～15V	24～48V
VI-J0□, VI-J1□ VI-JW□, VI-J2□	65%	65%	74%	76%	78%
VI-J3□, VI-JN□ VI-J4□, VI-JT□ VI-J5□, VI-J6□	68%	70%	80%	82%	84%
VI-J7□, VI-JV□	61%	63%	72%	74%	76%

表 8-1　計算用の総合効率

[2] 放熱設計の方法 [自然空冷]

自然空冷方式は強制空冷に比べて放熱器が大きくなる傾向にありますが、ファンが不要の為信頼性が高くなります。まず予想計算により目安を立ててから実験によって放熱部材と放熱条件を決定します。又、使用温度を最大定格に対して可能な限り低減することは製品の寿命を延ばし、ひいてはシステム全体の信頼性を向上させます。余裕を持った環境条件でご使用下さい。

1. モジュールとヒートシンク接触面の熱抵抗
モジュールとヒートシンクの接触面には、熱抵抗を下げる為に放熱用グリスや放熱用シートを使用して下さい（オプションとして専用放熱シートをご用意しております）。
選択した放熱用グリス、又は放熱用シートの熱抵抗値（θbh）は、部材メーカーにお問い合わせ下さい。

放熱用シリコンシートやシリコーンコンパウンドの熱抵抗を求める際、メーカーのカタログ等には熱抵抗の代りに熱伝導率（cal/sec・cm・℃）がよく使われています。この熱伝導率から熱抵抗 Ro を求めるには次の計算が必要になります。

$$Ro = \frac{0.24 \cdot L}{K \cdot A} \ (℃/W)$$

L= 熱伝導流路長（cm）
K= 熱伝導率（cal/sec・cm・℃）
A= 熱伝導面積（cm^2）

例として、熱伝導率 2.5×10^{-3}、厚さ 0.3mm のシートをベースプレート全面に使用した場合の熱抵抗は

$$Ro = \frac{0.24\times0.03}{2.5\times10^{-3}\times71.37} \fallingdotseq 0.04\ (℃/W)$$

2. ヒートシンクを計算により選択
先に求めた使用モジュールの最大消費電力値を基に、必要なヒートシンクの熱抵抗を計算します。

$$\text{ヒートシンク熱抵抗}(\theta ha) \leqq \frac{(\text{ベースプレート最高温度} - \text{最高周囲温度})}{\text{最大消費電力}(Pd)} - (\theta bh)$$

ここで、（θbh）：放熱用グリス、又は放熱用シートの熱抵抗
ベースプレート最大温度：85℃

ヒートシンク・メーカーのカタログから上記の計算結果よりも低い熱抵抗のヒートシンクを選択して下さい。

3.実験による検証確認
予想計算により求めたヒートシンク・放熱用グリス（又は放熱用シート）を実装し、モジュールのベースプレート温度が、最大定格85℃以下である確認を行なって下さい。

1）モジュールのベースプレートとヒートシンクが密着しないと、熱抵抗は大幅に大きくなり放熱不足となりますのでご注意下さい。

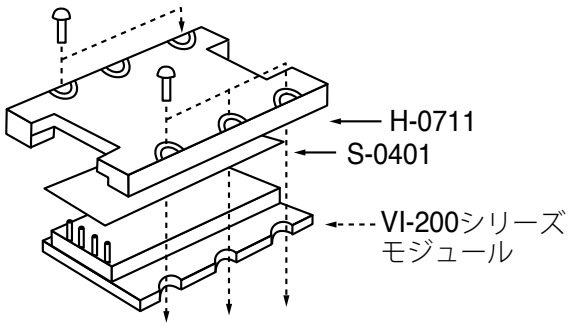
2）放熱は、ヒートシンクの取付け方向・空気の流れによって大きく変わります。

3）最大定格を超える場合は、更に熱抵抗値の低いヒートシンクを使用するか、又は、放熱方法の変更を行なって下さい。

4）ダップ・ケース（ベースプレートに密着した黒い樹脂ケース）部分からも放熱が行なわれます。最大出力電力条件では、ダップ・ケース温度がベースプレート温度よりも更に20℃程度上昇することがあります。ダップ・ケース付近に配置する部品の温度定格にご注意下さい。

5）ダップ・ケース付近の空気の流れをなるべく妨げないようにして下さい。プリント基板実装時は、ダップ・ケースが接しているプリント基板のはんだ面部分を空気が自然に流れる様にして下さい。ダップ・ケース温度は100℃以下で使用されることを推奨します。
ダップ・ケース側が密閉構造となっている場合、ダップ・ケース用ヒートシンク（型名：H-0711）及び放熱シート（型名：S-0401）をご使用下さい。

図 8-1　ダップ・ケース用ヒートシンク使用図



［3］ 放熱設計の方法 ［強制空冷］

強制空冷方式は、自然空冷に比べてファンを使用する為コスト高ですが、放熱器は小さくなります。まず予想計算により目安を立ててから実験によって放熱部材と放熱条件を決定します。
又、最大定格に対して使用温度を可能な限り低減することは、製品の寿命を延ばし、ひいてはシステム全体の信頼性を向上させます。余裕を持った環境条件でご使用下さい。

1. モジュールとヒートシンク接触面の熱抵抗
モジュールとヒートシンクの接触面には、熱抵抗を下げる為に放熱グリスや放熱シートを使用して下さい（オプションとして専用放熱シートをご用意しております）。
選択した放熱用グリス、又は、放熱用シートの熱抵抗値（θbh）は、部材メーカーにお問い合わせ下さい。
2. 先に求めた使用モジュールの最大消費電力値を基に、必要なヒートシンクの熱抵抗（強制空冷下）を計算します。

$$\text{ヒートシンク熱抵抗}(\theta ha'') \leqq \left(\frac{\text{ベースプレート最高温度} - \text{最高周囲温度}}{\text{最高消費電力}(Pd)}\right) - (\theta bh)$$

ここで、（θha″）：強制空冷下でのヒートシンクの熱抵抗
（θbh）：放熱用グリス、又は放熱用シートの熱抵抗
ベースプレート最大温度：85℃

3. ヒートシンクの強制空冷特性及びファンの特性は、各々の部品メーカーにお問い合わせ下さい。ヒートシンクの強制空冷特性は、ヒートシンク熱抵抗とヒートシンクによる圧力損失の両方を風量の関数として表わされます。ファンの特性は、圧力損失を風量の関数として表わされます。

1）ヒートシンクによる圧力損失と風量、ファンの静圧と風量、そして各々の特性グラフから選択したヒートシンクとファン使用時の風量を推定できます。

2）ヒートシンクの熱抵抗と風量の特性グラフをもとに、先に推定した風量値から強制空冷下におけるヒートシンクの熱抵抗を予想できます。先に求めた強制空冷下での熱抵抗（$\theta ha''$）の値を満足するよう、ヒートシンク・ファンの選択を行なって下さい。

4. 実験による検証確認

予想計算により求めたファン、ヒートシンク、放熱用グリス（又は放熱用シート）を実装してモジュールのベースプレート温度が最大定格 85℃以下であることを確認して下さい。最大定格を超えている場合は、更に熱抵抗値の低いヒートシンクを使用するか、又はファンの変更を行なって下さい。

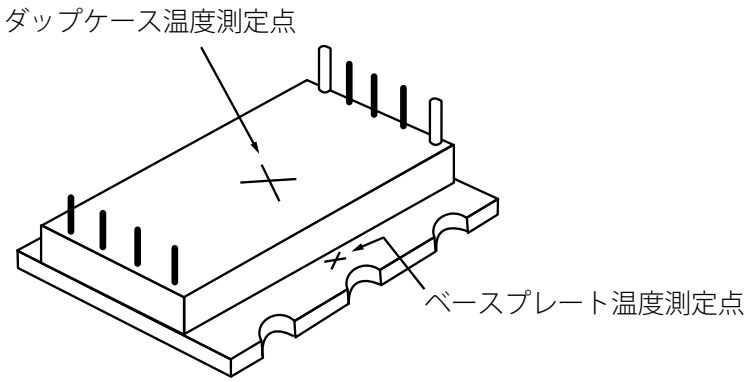
1）モジュールのベースプレートとヒートシンクが密着しないと、熱抵抗は大幅に増え、放熱不足となりますのでご注意下さい。

2）放熱はヒートシンクの取り付け方向・ファンの取り付け位置・空気の流れる方向によって大きく変わります。

3）ダップ・ケース付近の空気の流れをなるべく妨げないようにして下さい。プリント基板実装時は、ダップ・ケースが接しているプリント基板のはんだ面部分を空気が自然に流れる様にして下さい。ダップ・ケース温度は 100℃以下で使用されることを推奨します。
ダップ・ケース側が密閉構造となっている場合、ダップ・ケース用ヒートシンク（型名：H-0711）及び放熱シート（型名：S-0401）をご使用下さい。

[4] ダップケース温度・ベースプレート温度測定点

図 8-2　ダップ・ケース温度・ベースプレート温度測定点位置図



[5] ヒートシンクデータ

VI-200シリーズ	ベースプレート	H-0111	H-0211
フィン長さ[mm]		23	23
フィン方向		L	T
θ bm		0.20	0.20
θ sa			
自然空冷	5.10	3.40	2.70
1 m/sec	2.80	1.50	1.10
2 m/sec	1.80	1.00	0.80
3 m/sec	1.40	0.80	0.60
4 m/sec	1.20	0.60	0.50
5 m/sec	1.00	0.50	0.40

表 7-2　熱抵抗値（VI-200 シリーズ）

VI-J00シリーズ	ベースプレート	H-0511	H-0411
フィン長さ[mm]		23	23
フィン方向		L	T
θ bm[℃/W]		0.20	0.20
θ sa[℃/W]			
自然空冷(H)	8.10	4.20	4.00
自然空冷(V)	7.60	4.00	3.90
1 m/sec	5.10	1.60	1.60
2 m/sec	2.70	1.30	1.30
3 m/sec	2.30	0.90	0.90
4 m/sec	1.70	0.70	0.70
5 m/sec	1.40	0.60	0.60

表 8-3　熱抵抗値（VI-J00 シリーズ）

[6] サーマルパットの熱抵抗データ

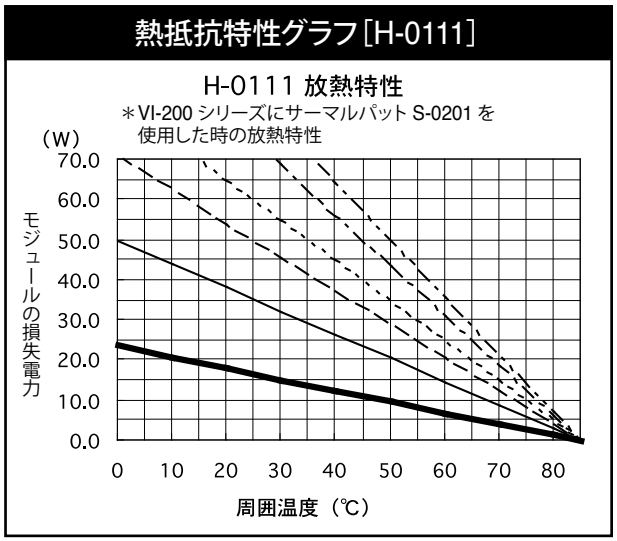
サーマルパットの熱抵抗は、0.2℃/W Typ です。尚、使用モジュール別に、2 種類の形状をご用意しました。

使用モジュール	サーマルパッド型名
VI-200シリーズ	S-0201
VI-J00シリーズ	S-0301

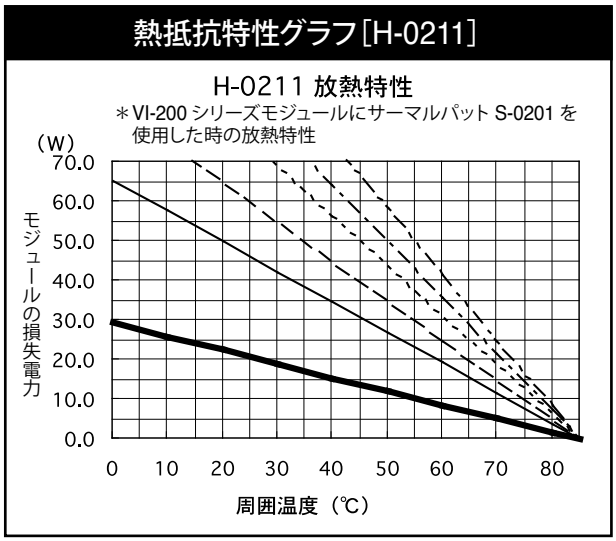
表 8-4　モジュール別サーマルパッド

ヒートシンク特性（モジュールの出力電力ではありません）

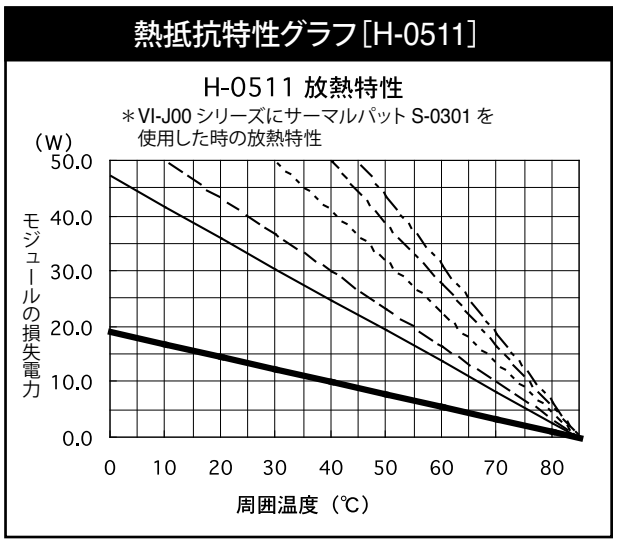
1）型名：H-0111
（VI-200 シリーズ用）



2）型名：H-0211
（VI-200 シリーズ用）



3）型名：H-0511
（VI-J00シリーズ用）



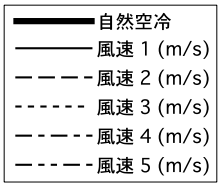
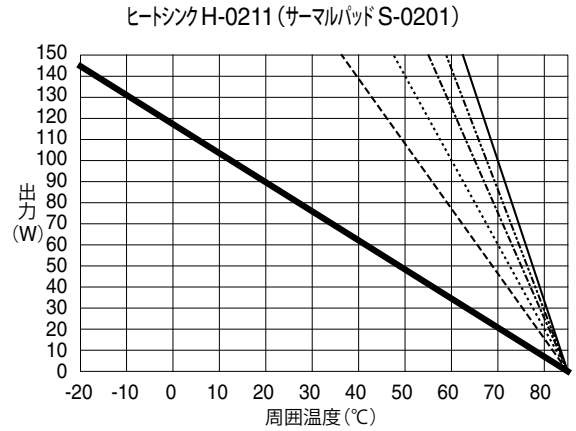


図 8-3　各条件下の熱抵抗特性

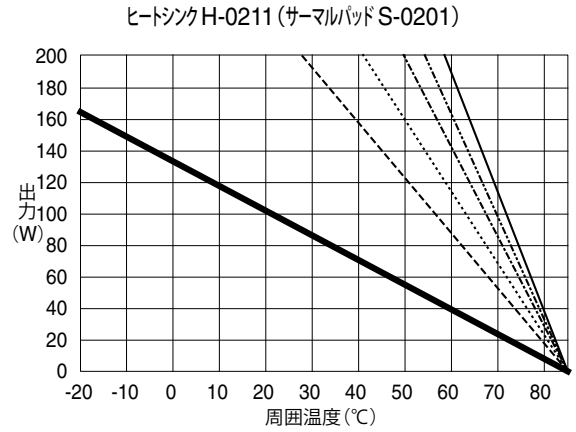
[7] 出力可能電力 － 周囲温度ディレーティンググラフ

VI-200 シリーズ 入力電圧 48V～300V シリーズ

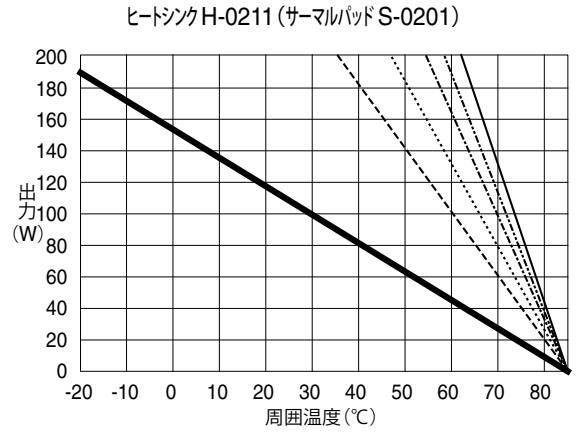
5V 出力モジュール



12V～24V 出力モジュール

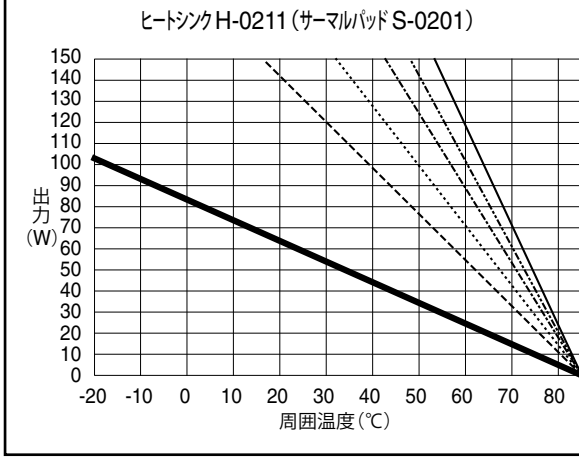


48V 出力モジュール

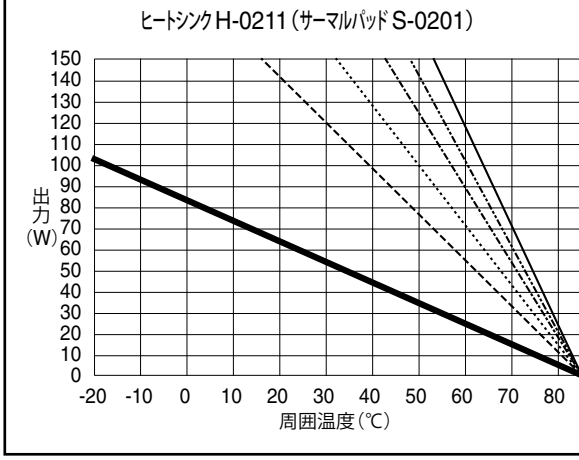


VI-200 シリーズ 入力電圧 12V～36V シリーズ

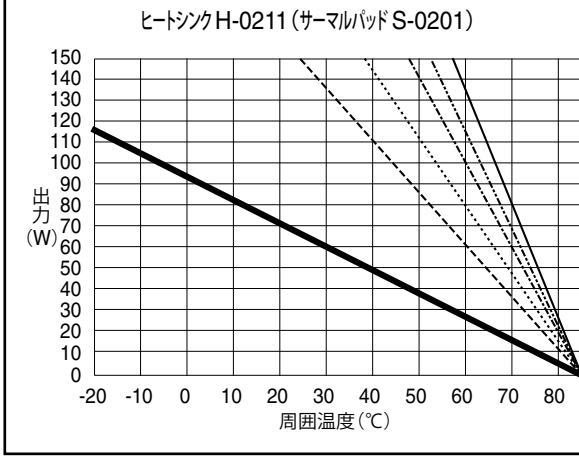
5V 出力モジュール



12V～24V 出力モジュール



48V 出力モジュール

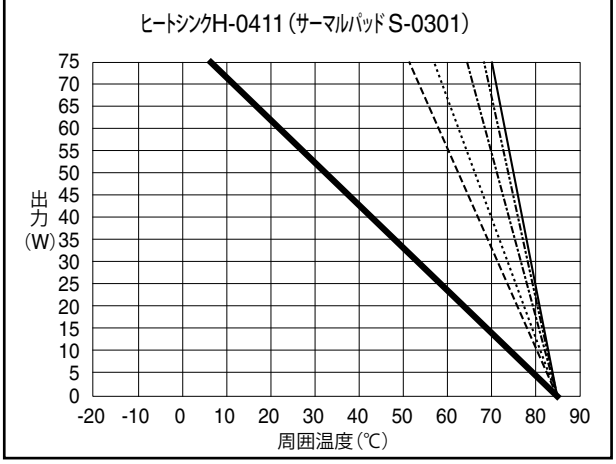


自然空冷　風速 1（m/s）　風速 2（m/s）　風速 3（m/s）　風速 4（m/s）　風速 5（m/s）

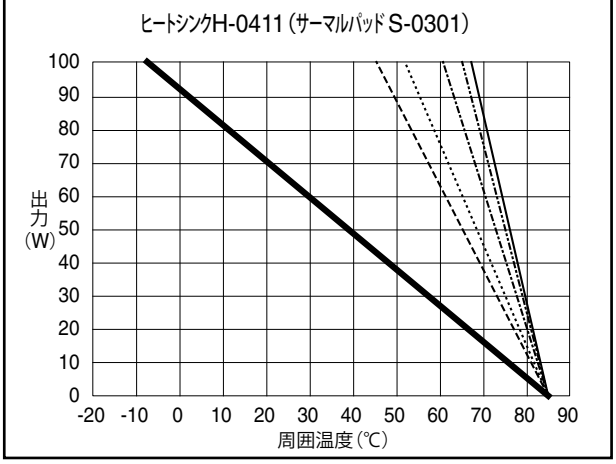
<8> 放熱設計

VI-J00 シリーズ 入力電圧 48V～300V シリーズ

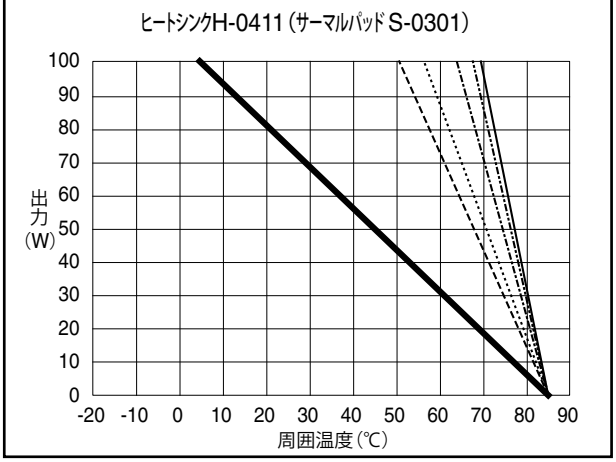
5V出力モジュール



12V～24V出力モジュール

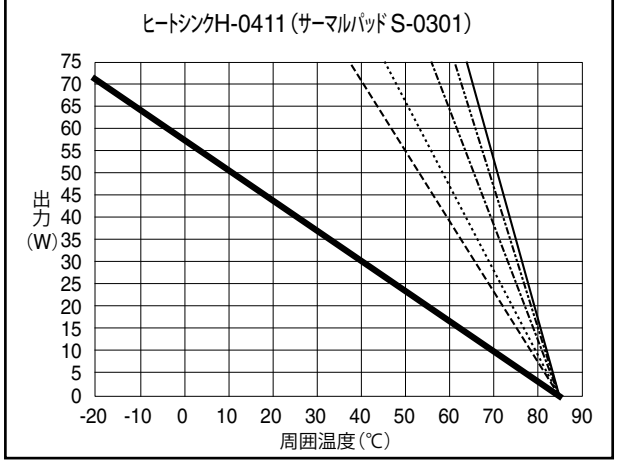


48V出力モジュール

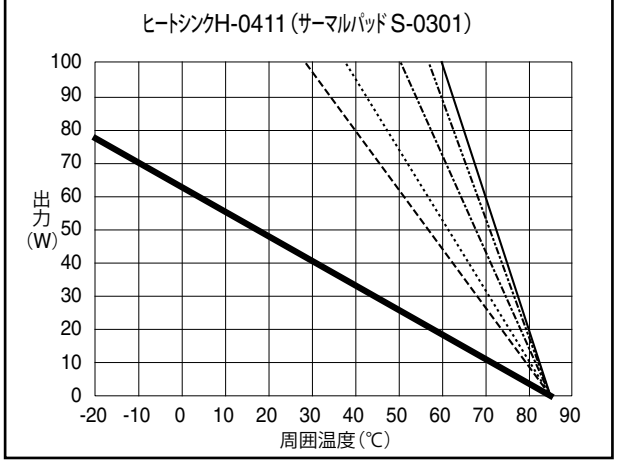


VI-J00 シリーズ 入力電圧 12V～36V シリーズ

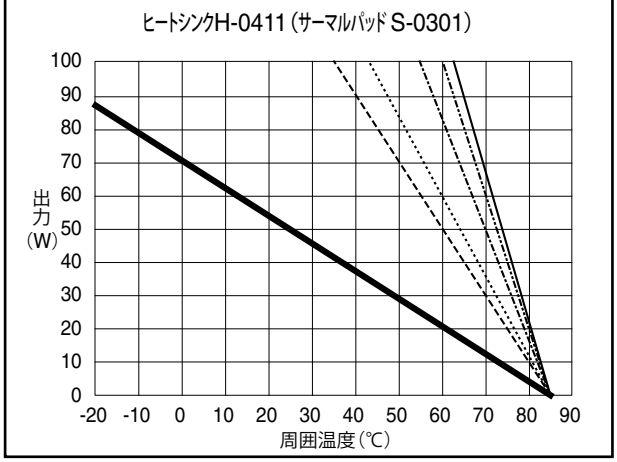
5V出力モジュール



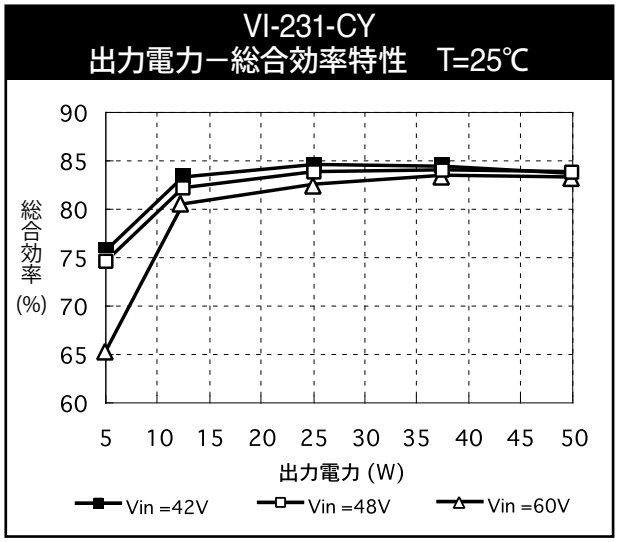
12V～24V出力モジュール

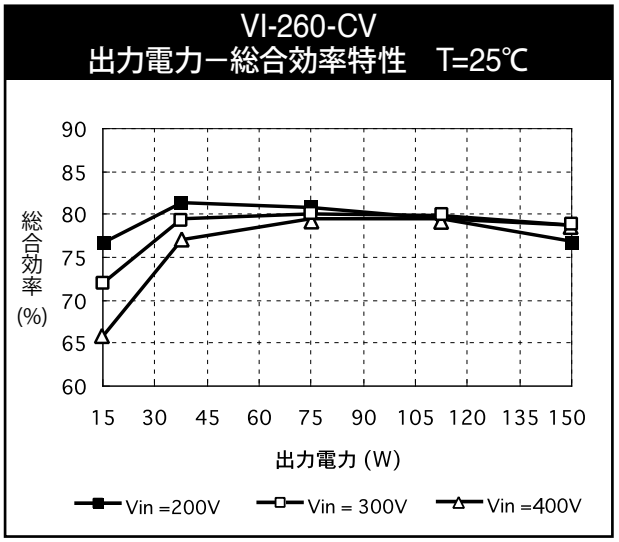


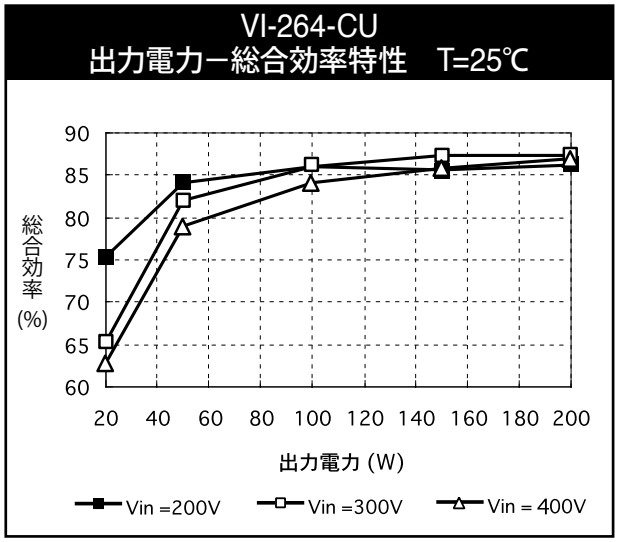
48V出力モジュール

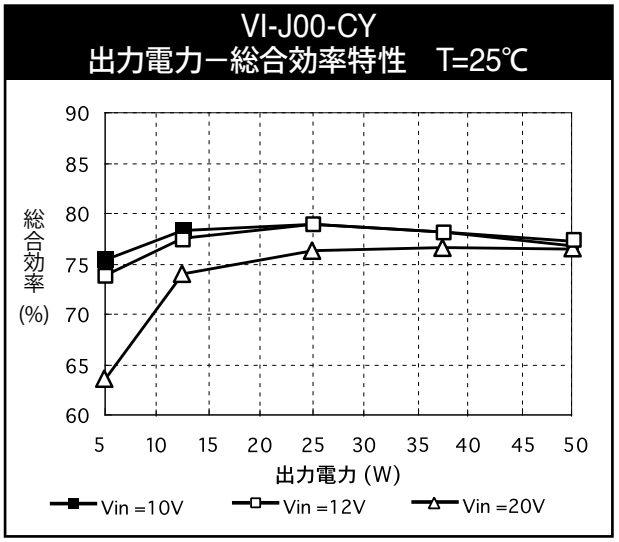


自然空冷　風速 1（m/s）　風速 2（m/s）　風速 3（m/s）　風速 4（m/s）　風速 5（m/s）









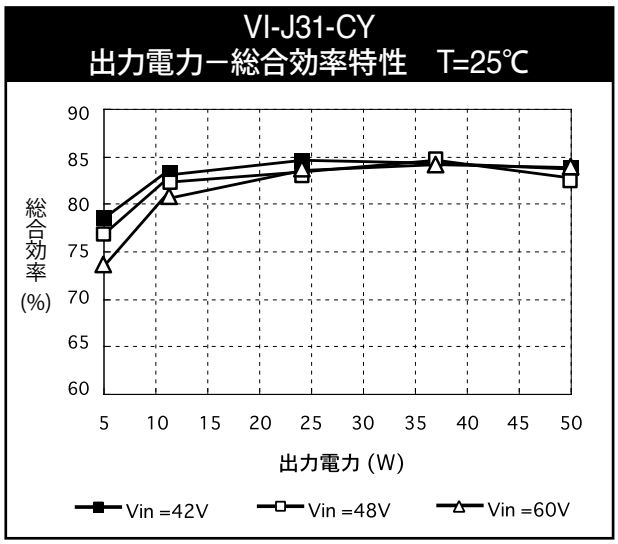
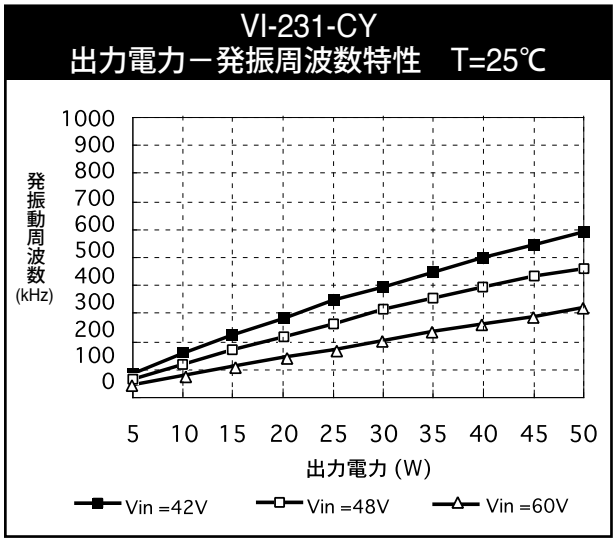
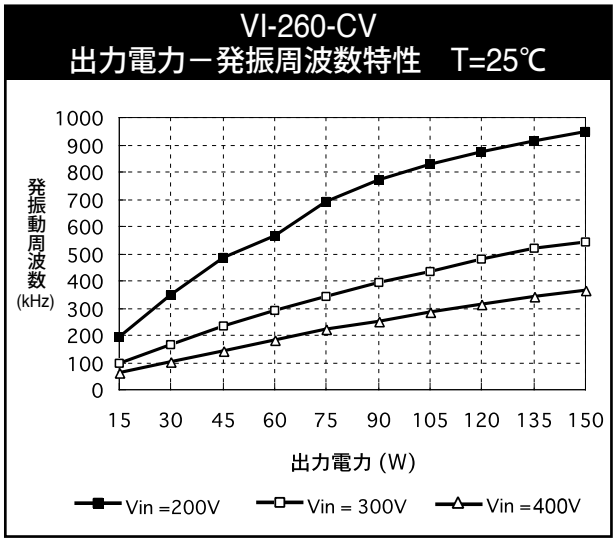
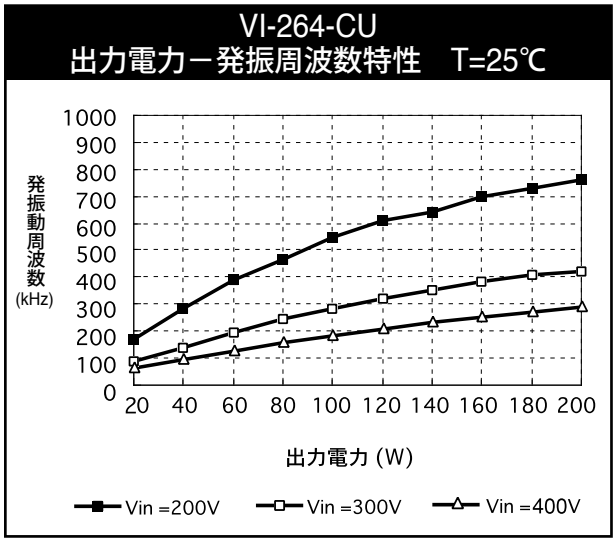
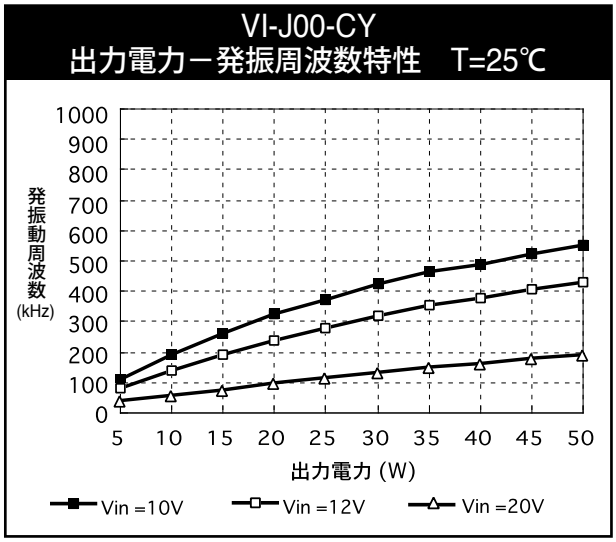


図 9-1　モデル別・出力電力別の総合効率









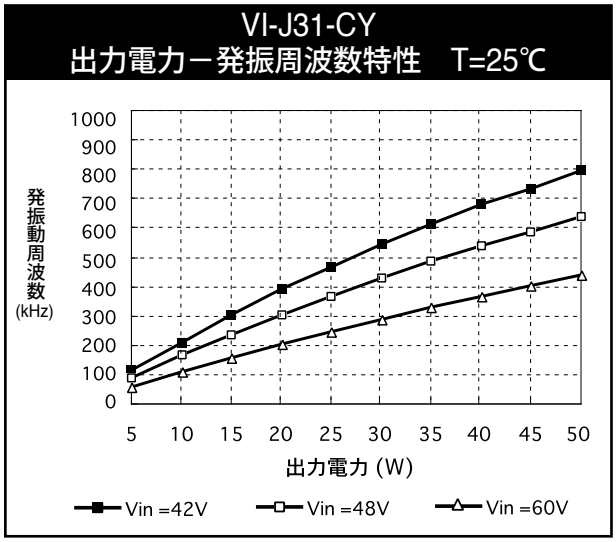


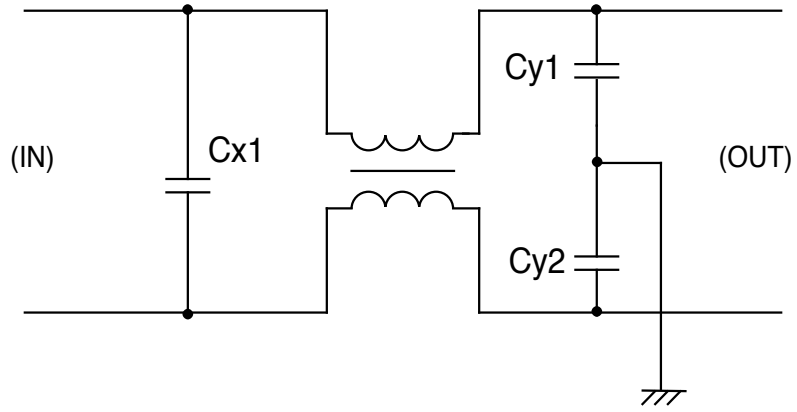
図 9-2　モデル別・出力電力別の発振周波数

[1] 入力部周辺回路

1.入力フィルタ回路

コンバータの動作によって発生するノイズが、入力ラインに漏洩するのを制御する為の回路です。
又、入力ラインから侵入する外来ノイズに対する抑制効果もあります。
商用交流電源にフィルタを接続する場合、Yコンデンサ（ライン⇔FG間）の容量は漏洩電流に影響を与えますので注意が必要です。又UL,CSA等の安全規格に準拠した設計では、使用するコンデンサは安全規格認定品を使用します。

回路例（1）



回路例（2）

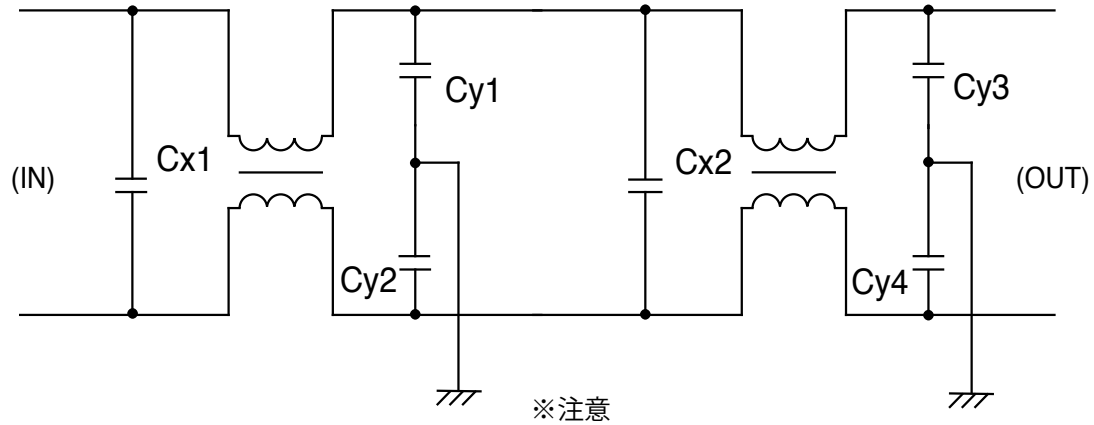


図 10-1　入力フィルタ回路図

※注意
Y コンデンサを 2 段に渡って付けた場合、Y コンデンサによってコイルがバイパスされたり共振を起こしてフィルタの性能が劣化することがあります。

2. 入力逆接続保護回路

入力線の誤配線によるコンバータ・モジュールの破損を防止する為の回路です。
モジュール入力端と入力ヒューズとの間に逆接続防止用のダイオードを設置します。もし入力の極性を誤って配線した場合、ダイオードが導通して入力ヒューズを遮断し、モジュールの破損を防止します。使用するダイオードの耐電圧は、モジュールの最大入力電圧以上、瞬時電流定格は、入力ヒューズの遮断定格以上のものを使用します。

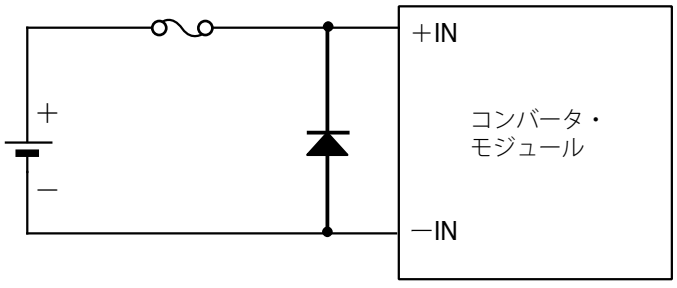


図 10-2　入力逆接続保護回路図

3. 商用 AC 整流平滑回路

商用 AC 電圧を整流平滑して DC-DC コンバータ・モジュールを動作させる為の回路です。一般にはコンデンサインプット型整流平滑回路がよく使用されています。

DC-DC モジュール入力ヒューズ（普通溶断特性）は、必ず平滑コンデンサと＋N 端子の間に挿入して下さい。

又、モジュール入力ヒューズとは別に AC 入力ラインにはスローブロー特性のヒューズ、又は、サーキットブレーカ等のプロテクションが必要です。

1）ブリッジ整流

100VAC（85～132VAC）入力は VI-□5□シリーズ、200VAC（170～264VAC）入力には VI-□6□シリーズを使用します。又 VI-□7□シリーズは 100V/200VAC のどちらでも使用可能です。

電源投入時に平滑コンデンサ C1 を充電する為、突入電流が流れますのでブリッジ整流ダイオード D1 の電流定格は充分余裕のあるものを使用して下さい。平滑コンデンサ C1 の容量の大きさにより、モジュール入力端のリップル電圧（交流電圧成分）が変化します。整流平滑後の電圧が、使用モジュールの入力仕様を下回らないようにして下さい。他に、停電時の出力電圧保持時間・出力リップル電圧（商用周波数成分）の大きさ・コンデンサに流れるリップル電流等を考慮して平滑コンデンサ C1 の容量を決定します。

尚、停電時の出力電圧保持時間を確保する為のコンデンサ容量は次式で求められます。

$$Cmin=\frac{2\times \text{停電保持時間} \times \text{出力電力}}{\text{効率} \times \left\{(V1)^2-(V2)^2\right\}}$$

Cmin：停電保持時間を確保するのに最低必要なコンデンサ容量
V1：停電発生時のモジュール ±IN 端子電圧
V2：使用モジュールの入力電圧範囲下限値

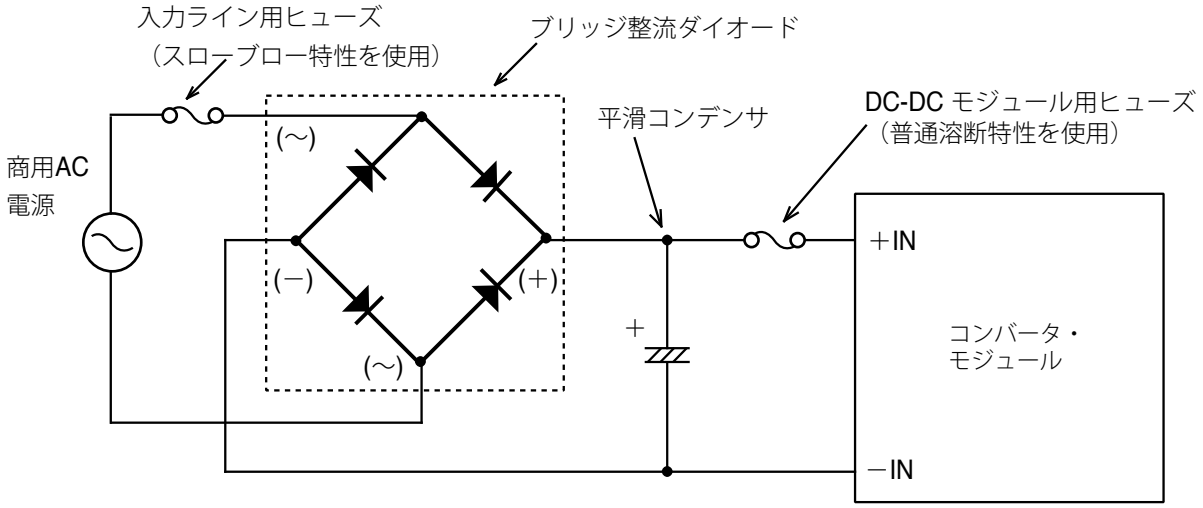


図 10-3　商用 AC 整流平滑回路図

2）倍電圧／ブリッジ整流（切り替え方式）

VI-□6□シリーズ、又は VI-□7□シリーズを使用します。図のスイッチを 100VAC（85～132VAC）入力では短絡（ON）して倍電圧整流とし、200VAC（170～264VAC）入力では開放（OFF）にしてブリッジ整流とします。

使用する整流ダイオード・平滑コンデンサの考慮事項は前頁 1）**ブリッジ整流**の内容とほぼ同じです。

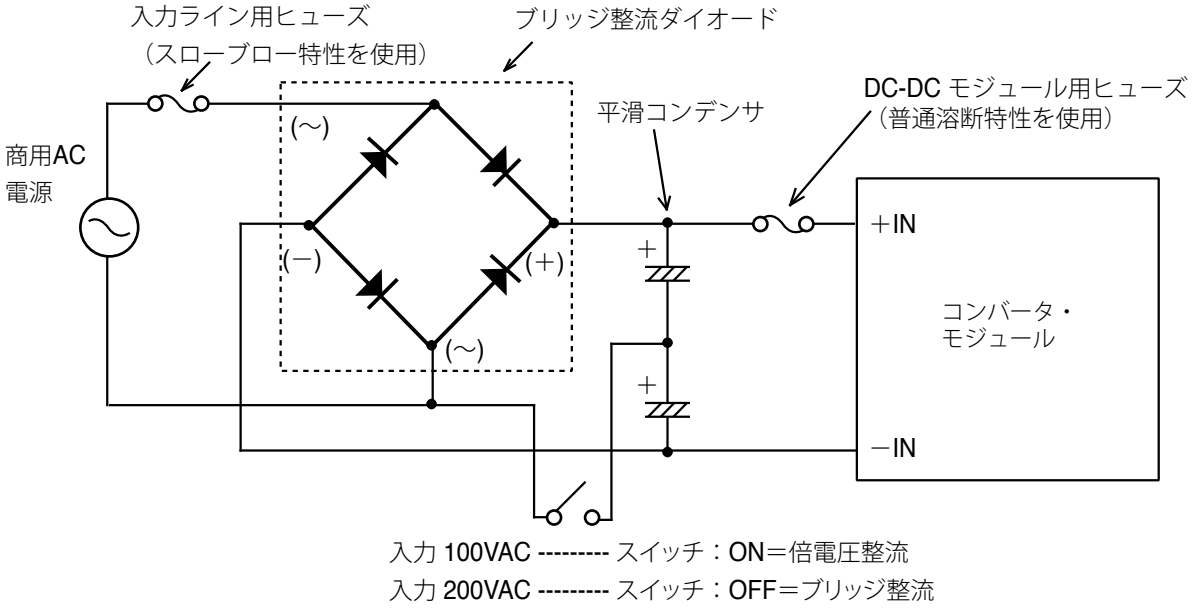


図 10-4　倍電圧／ブリッジ整流平滑回路図

4. 突入電流制限回路

入力電圧を印加した際、入力コンデンサ（モジュール入力部に内蔵しているコンデンサと外付けの入力コンデンサ）に流れる突入電流（充電電流のピーク値）を制限する為の回路です。一般には入力ラインに抵抗を挿入することにより投入時の電流を制限します。使用する抵抗の初期値は、許容できる突入電流値と最大入力電圧（交流入力では入力波形の最大ピーク値）から決定します。

1）パワーサーミスタ（NTC）

パワーサーミスタを入力ラインに挿入することにより、投入時の突入電流を制限します。投入後、モジュールが動作を始めると入力電流によってパワーサーミスタが発熱します。パワーサーミスタの抵抗値は、温度と反比例しますので、常温動作時のパワーサーミスタの電圧降下は、少なくなります。

この方式で入力の速い OFF/ON を行なうと、パワーサーミスタの抵抗値が、初期値よりも小さい状態で投入される為、突入電流の制限がききません。再突入間隔の時間規定を設けることが必要です。

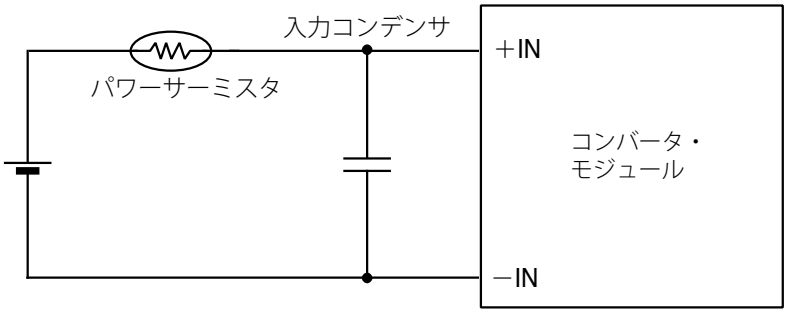


図 10-5　突入電流制限回路図①

2）固定抵抗器

固定抵抗器を入力ラインに挿入して投入時の突入電源を制限します。投入後、入力コンデンサが充分充電されてから半導体スイッチ等により抵抗の両端を短絡します。

使用する固定抵抗器は投入時のエネルギーに充分耐えられるものを選択する必要があります。又、モジュール入力端が短絡した際、この抵抗に入力電圧が印加されたままとなりますので、温度ヒューズを直列に接続する等の保安対策も必要です。

又、入力コンデンサが充分充電されない状態で抵抗の両端を短絡すると、大きな突入電流が流れます。

回路例（1）
（サイリスタによる短絡）

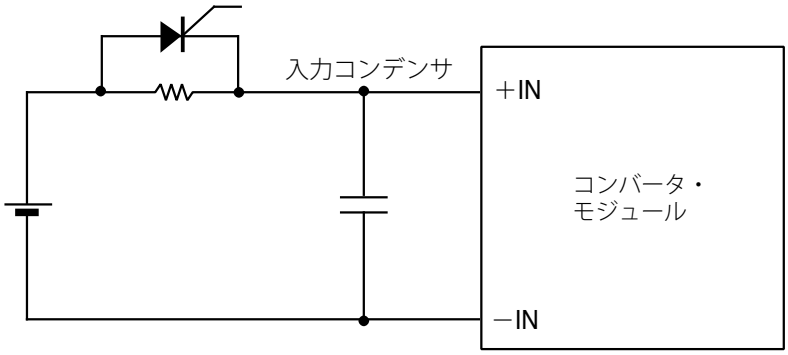


図 10-6　突入電流制限回路図②

回路例（2）
（トライアックによる短絡）

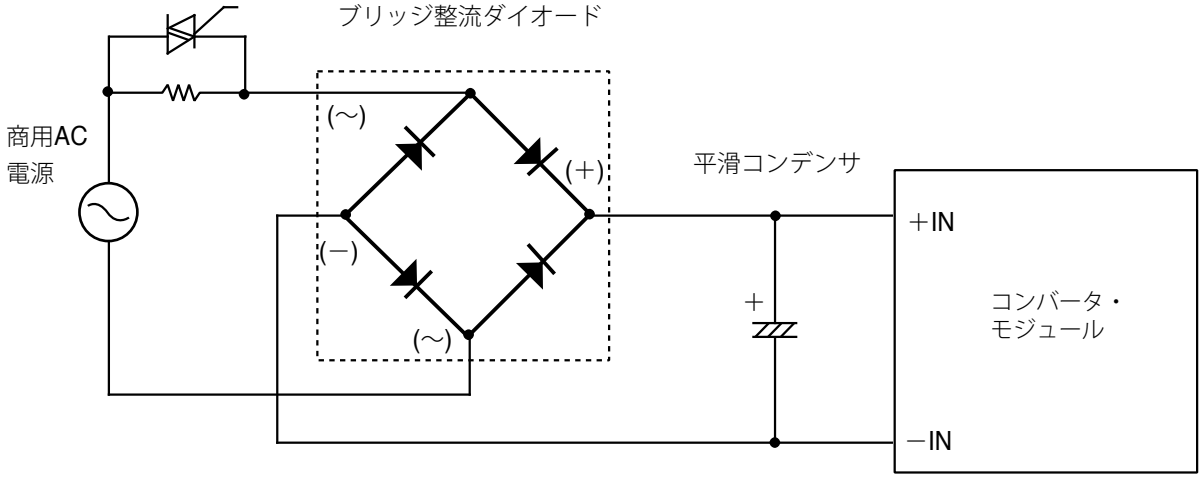


図 10-7　突入電流制限回路図③

5. 雷サージに対する保護

雷サージに対する保護（サージアブソーバ・アレスタ等）を必要とする場合があります。

[2] 出力フィルタ回路

コンバータには、出力仕様を満たすのに最低限必要な出力フィルタしか内蔵されておりません。よって、出力仕様以上に出力リップル・ノイズを減衰させたい場合は、出力フィルタ回路を外付けします。

1. 出力コンデンサ

出力コンデンサを負荷端に追加します。出力ライン間のリップルとノイズ成分を減衰できます。使用するコンデンサはなるべく ESR が低いものを使用します。

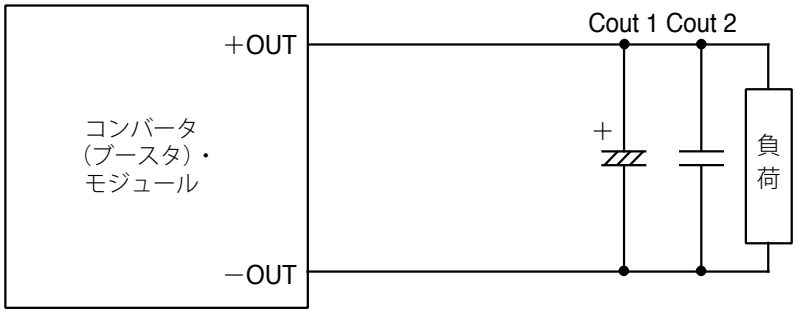


図 10-8　出力フィルタ回路図①

Cout1=50～4700μF 程度
（アルミ電解コンデンサ、又はタンタルコンデンサ）
Cout2=0.1μF 程度
（セラミックコンデンサ、又はフィルムコンデンサ）

2. LC フィルタ（1）

出力リップル分とノーマルモードノイズ（出力ライン間ノイズ）に効果的な LC フィルタです。リモートセンス（±S 端子）は、インダクタの手前（モジュール側）に接続して下さい。
本回路ではチョークコイル LA による電圧降下が発生します。

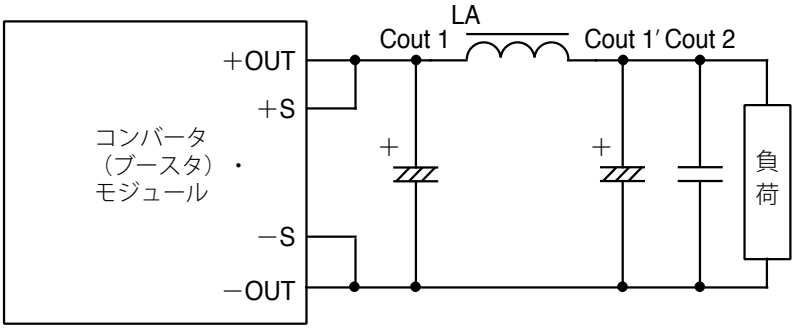


図 10-9　出力フィルタ回路図(1)

LA=10～100μH 程度
Cout1、Cout1′=50～4700μF 程度（アルミ電解コンデンサ、又はタンタルコンデンサ）
Cout2=0.1μF 程度（セラミックコンデンサ、又はフィルムコンデンサ）

3.LC フィルタ(2)

コモンモードノイズ（出力ラインとグランド間ノイズ）に効果的な LC フィルタです。リモートセンス（±S 端子）は、インダクタの手前（モジュール側）に接続して下さい。

ベースプレートと ±OUT 端子間に 1000pF～0.01μF 程度のセラミックコンデンサを実装して下さい。

使用するコンデンサの耐電圧は、入出力⇔筐体間に要求される絶縁耐電圧以上のものを使用して下さい。

本回路ではチョークコイル LA による電圧降下が発生します。

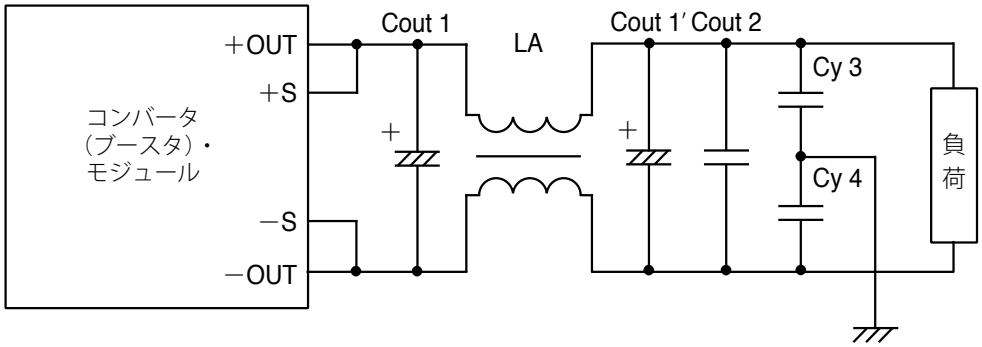


図 10-10　出力フィルタ回路図③

LA=10～100μH 程度
Cout1=50～4700μF 程度（アルミ電解コンデンサ、又はタンタルコンデンサ）
Cout2=0.1μF 程度（セラミックコンデンサ、又はフィルムコンデンサ）
Cy3,Cy4=1000pF～0.01μF 程度（セラミックコンデンサ）

[3]コントロール回路

1. リモートコントロール回路
外部信号によりコンバータ・モジュールの動作を運転／停止させる為の回路です。

1）コンバータ 1 個のコントロール
モジュール 1 個のリモートコントロール回路です。

（回路例 1）
"H" レベル信号（5V）を入力した時にモジュールを動作させることができます。

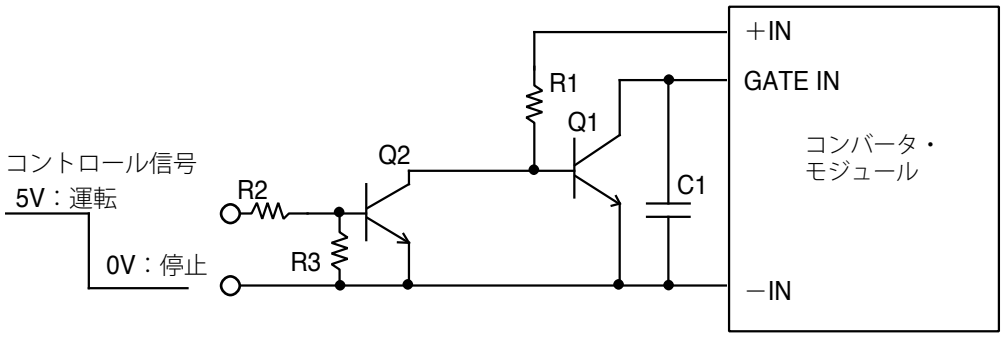


図 10-11　リモートコントロール回路図①

Q1,Q2 : 2SC1815Y（東芝）相当 C1=16V1μF
R2～3=1/4W10KΩ
※使用するコンバータ・モジュールの入力電圧によって R1 は変わります。

R1
- 3W120kΩ　(VI-□7□)
- 1W100kΩ　(VI-□5□)
- 1/2W33kΩ　(VI-□N□)
- 1/4W33kΩ　(VI-□1□,□W□,□2□,□3□,□V□)

R1
- 3W150kΩ　(VI-□6□)
- 1/2W47kΩ　(VI-□4□)
- 1/4W10kΩ　(VI-□0□)

（回路例 2）
フォトカプラを動作させた時にモジュールを動作させることができます。使用するフォトカプラの 1 次－2 次間絶縁耐圧にご注意下さい。

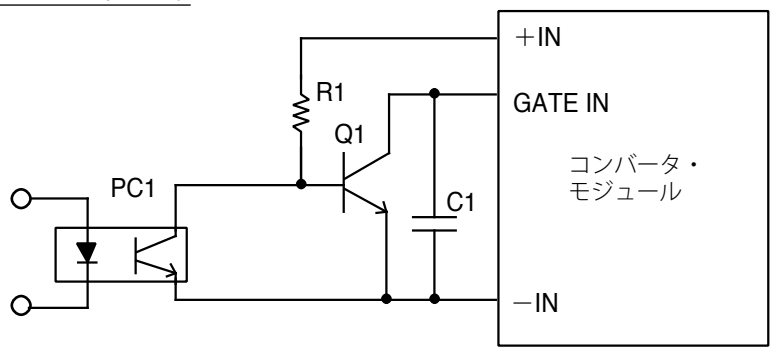


図 10-12　リモートコントロール回路図②

Q1 : 2SC1815Y（東芝）相当 C1=16V1μF
PC1 : TLP521（東芝）相当
※使用するコンバータ・モジュールの入力電圧によって R1 は変わります。

R1
- 3W120kΩ　(VI-□7□)
- 1W100kΩ　(VI-□5□)
- 1/2W33kΩ　(VI-□N□)
- 1/4W33kΩ　(VI-□1□,□W□,□2□,□3□,□V□)

R1
- 3W150kΩ　(VI-□6□)
- 1/2W47kΩ　(VI-□4□)
- 1/4W10kΩ　(VI-□0□)

2）複数のコンバータ・モジュールのコントロール

複数のコンバータをコントロールする場合、各モジュールの GATE IN 端子をダイオード・オア接続します。
下図の回路例では "H" レベル信号（5V）を入力した時に 20 個程度までのコンバータをコントロールすることができます。コントロール可能なコンバータの最大個数は、出力断に使用する MOS-FET のドレイン電流に依存します。

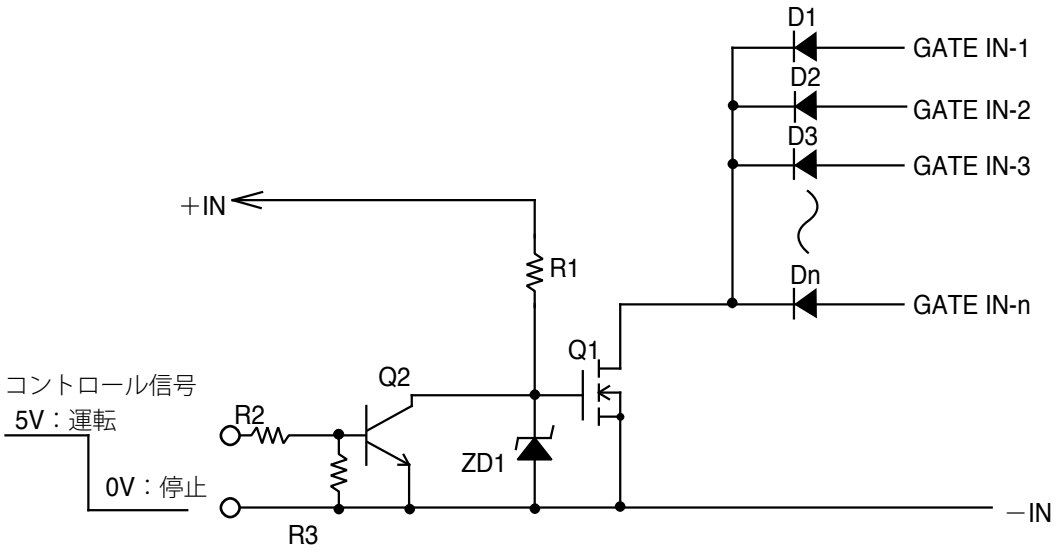


図 10-13　複数のコンバータ・モジュールのコントロール回路図

Q1 : 2SK679Y（NEC）相当　　D1～Dn : 1S1588（東芝）相当
Q2 : 2SC1815Y（東芝）相当　　ZD1 : RD10ESAB（NEC）相当
R2,R3=1/4W10kΩ
※使用するコンバータ・モジュールの入力電圧によって R1 は変わります。

R1
- 2 W330kΩ　（VI-□7□,□6□）
- 1/4W100kΩ　（VI-□4□）
- 1/4W10kΩ　（VI-□W□,□1□）

R1
- 1/2W330kΩ　（VI-□5□）
- 1/4W47kΩ　（VI-□N□,□3□,□2□）
- 1/4W4.7kΩ　（VI-□0□,□V□）

2. 入力電圧監視回路

入力電圧が仕様の範囲を下回った時に、コンバータ・モジュールの動作を停止させる為の回路です。

回路例

MOS-FET を使用して 20 個程度までのモジュールを入力電圧の範囲を下回った時に停止させます。
コントロール可能なモジュールの最大個数は、出力断に使用する MOS-FET のドレイン電流に依存します。
注意点：この回路を採用される場合は、コンバータモジュールを 1 台のみ使用であっても必ずダイオード（D1）が必要です。

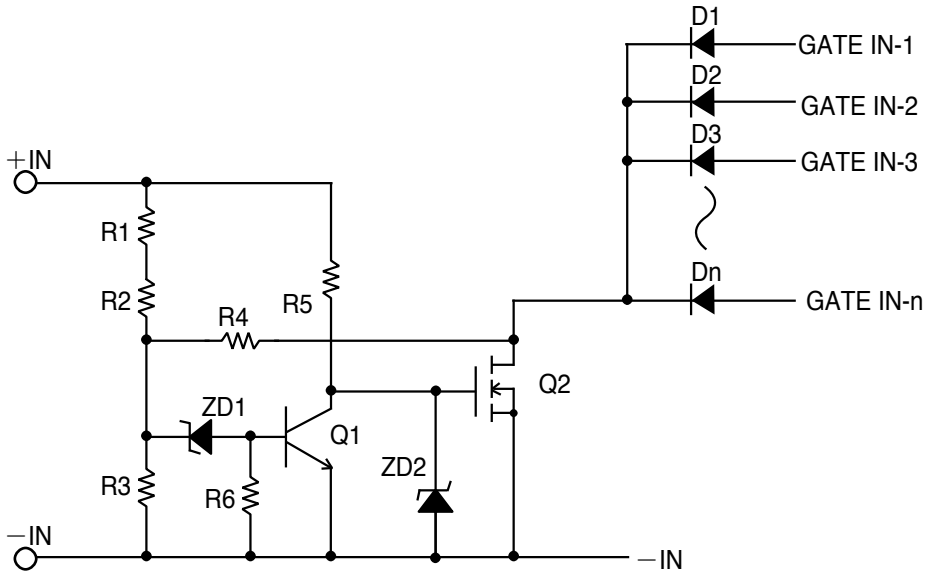


図 10-14　入力電圧監視回路図

対象モデル / 定数（設定値）	VI-□5□シリーズ	VI-□6□シリーズ	VI-□7□シリーズ
D1～Dn	1S1588（東芝）相当		
ZD1	RD5.1ESAB3（NEC）相当		
ZD2	RD10ESAB（NEC）相当		
Q1	2SC1815Y（東芝）相当		
Q2	2SK679（NEC）相当		
R1	1/2W 75kΩ	1W 160kΩ	2W 75kΩ
R2	1/2W 82kΩ	1W 160kΩ	2W 82kΩ
R3	1/4W 10kΩ	1/4W 10kΩ	1/4W 10kΩ
R4	1/4W 150kΩ	1/4W 150kΩ	1/4W 150kΩ
R5	1/2W 330kΩ	2W 330kΩ	2W 330kΩ
R6	1/4W 10kΩ	1/4W 10kΩ	1/4W 10kΩ
動作開始検出電圧	100～106VDC	200～210VDC	100～106VDC
動作停止検出電圧	95～100VDC	188～197VDC	95～100VDC

表 10-1　入力電圧監視回路用推奨部品

3. 電圧プログラミング

TRIM 端子に外部から電圧（@－S 端子基準）を印加することで出力電圧の調整を行なうことができます。この場合、TRIM 端子と ±S 端子間に保護ダイオードを実装して下さい。又、印加電圧は 2.75V を超えないようにして下さい。

電圧プログラミングによる出力電圧は次の式で求められます。

$$Vout = \frac{Vso}{R1+10} \times (4 \times Vcont + R1)$$

Vout ：調整後のコンバータ出力電圧（V）
Vso ：使用コンバータの公称出力電圧（V）
Vcont ：コントロール電圧（－S 端子基準）（V）
R1 ：調整抵抗（kΩ）
D1,D2：保護ダイオード

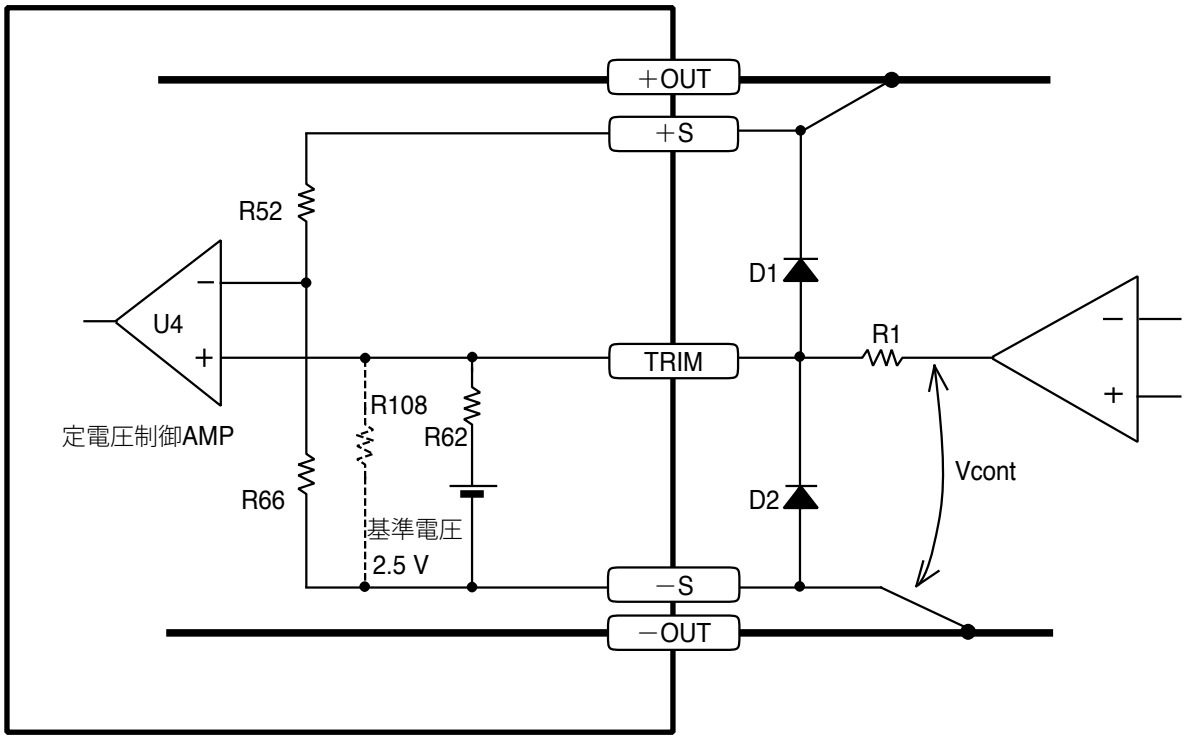


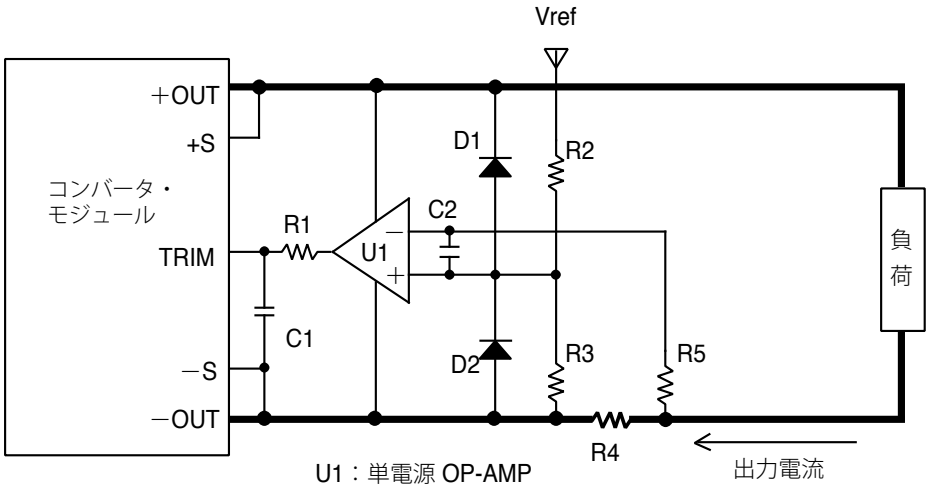
図 10-15　出力電圧調整回路図

4. 定電流出力コントロール回路

コンバータ・モジュールを定電流電源として動作させる為の回路です。モジュールの故障の原因となりますので TRIM 端子にはマイナス電圧（－S 端子基準）を印加しないで下さい。

出力電流の設定は次式で表わされます。

$$出力電流=Vref \times \frac{R3}{R3+R2} \times \frac{1}{R4}$$



U1：単電源 OP-AMP
（LM358 等）
D1, D2：保護ダイオード

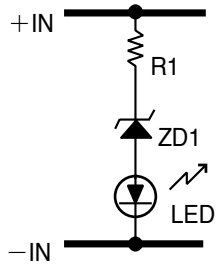
図 10-16　定電流出力コントロール回路図

[4]状態表示回路

1. 入力電圧モニタ回路

入力電圧が一定以上あることを表示させる為の回路です。

回路例（a）LED 出力



回路例（b）フォトカプラ出力

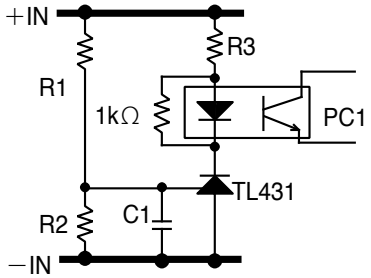
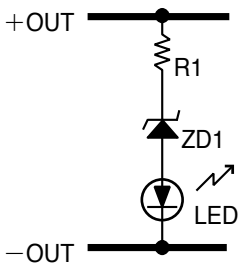


図 10-17　入力電圧モニタ回路図

2. 出力電圧モニタ回路

出力電圧が一定以上あることを表示させる為の回路です。

回路例（a）LED 出力



回路例（b）フォトカプラ出力

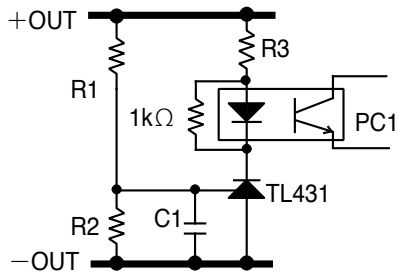


図 10-18　出力電圧モニタ回路図

3. コンバータ・モジュール動作表示回路

コンバータが動作中であることを表示させる為の回路です。冗長運転等でモジュールを並列接続している時に、動作を停止したモジュールを検出して表示します。

但し、モジュールが動作を始めてから動作表示信号が出力されるまで約 10μsec、動作を停止してから信号が反転するまで約 0.1sec 程度かかります。出力電圧の定下を即座に検出するには、直接モジュールの出力電圧をモニターする必要があります。

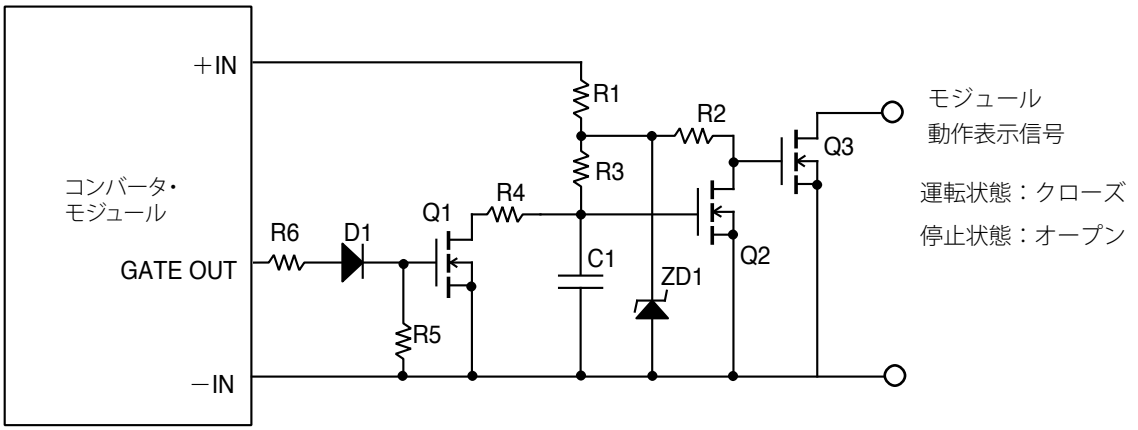


図 10-19　コンバータ・モジュール動作表示回路

C1=16V0.22μF　　R2=1/4W100kΩ
D1=1S1588（東芝）相当　　R3=1/4W1MΩ
ZD1=RD12EB2（NEC）相当　　R4=10Ω
Q1,Q2,Q3=2SK679（NEC）相当　　R5=1/4W1MΩ
※使用するコンバータ・モジュールの入力電圧によってR1は変わります。

R1
- 1/4W33kΩ　（VI-□0□,□V□）
- 1/4W68kΩ　（VI-□1□,□W□,□2□）
- 1/4W150kΩ　（VI-□3□,□N□,□4□,□T□）
- 1/2W330kΩ　（VI-□5□）
- 1W680kΩ　（VI-□6□）
- 2W330kΩ　（VI-□7□）

[5]その他の周辺回路

1. 過電圧保護回路

モジュール出力電圧が一定値を超えた時（過電圧状態）、負荷側回路保護の為にモジュールの動作を停止させる為の回路です。

VI-J00 シリーズは過電圧保護回路を内蔵しておりませんので、必要な場合は下図のとおり回路を外付けに設置します。

回路例

フォトトライアック使用

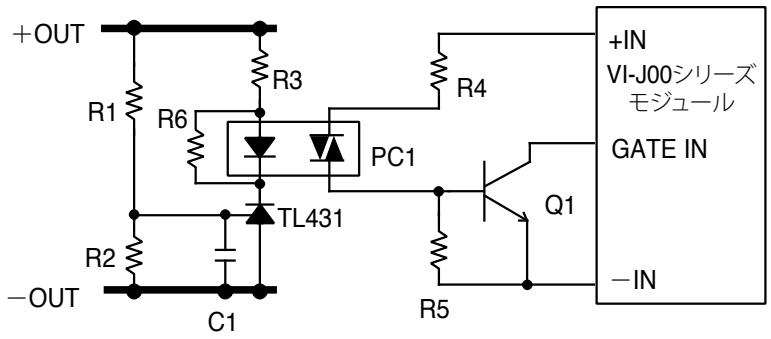


図 10-20　過電圧保護回路

[1] 実装時の注意事項

1. はんだ付け実装の際の諸条件および注意事項

1）手はんだ・ウェーブはんだ／ RoHS 対応品・RoHS 非対応品の諸条件

手はんだ		RoHS対応品	RoHS非対応品
はんだこて先温度		426℃（最高432℃）	360℃（最高398℃）
各端子加熱時間	VI-200シリーズ	φ1.0ピンは3～5秒間/φ2.0ピンは5～8秒間	
	VI-J00シリーズ	φ1.0ピンは3～5秒間/φ2.0ピンは4～7秒間	
ウェーブはんだ		RoHS対応品	RoHS非対応品
はんだ温度		266℃	260℃
はんだ浸漬時間		4 秒間（注意：耐熱時間は最長 7.1 秒間）	4秒間

表 11-1 手はんだ・ウェーブはんだ／ RoHS 対応品・RoHS 非対応品

2）全モデル共通
①洗浄　　浸漬蒸気：フレオン TES 又は同等品 3 分以内
　　超音波：超音波洗浄は不可
②リードカット　グラインダの使用は不可

2. ヒートシンク実装の際の注意事項

ヒートシンクをモジュールのベースプレートに取り付ける際は、対角線上に位置するネジから順に締めて下さい。
ネジの締め付けトルクは、5.7～8Kgf・cm を推奨します。

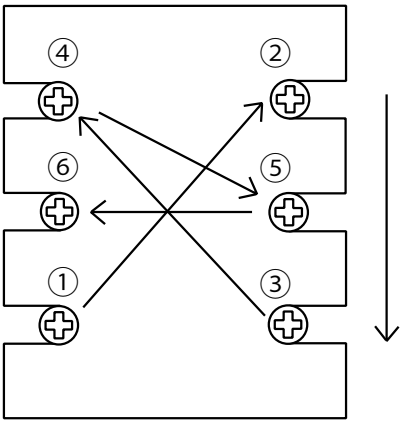


図 11-1　ヒートシンク取り付け時の順番

[2]プリント基板実装時の注意事項

1. パターンの引き回しについて
モジュール本体の下は、放射ノイズによる影響を受けますので、なるべくパターンを引かないで下さい。
本体の下にパターンを配置しますと、ノイズがパターンに進入してライン上のノイズレベルが増大したり、ライン上に連なる回路が誤動作する原因となります。
やむを得ずにモジュール本体下にパターンを引く場合は、シールド板(オプションとしてご用意しております)をモジュールに実装したり、グランドパターンによるシールドを基板上に配置する等により、ノイズレベルを低減する対策を推奨します。

2. 基板上の部品配置について
モジュール本体 (樹脂ケース部) は、ベースプレートよりも発熱することがあります。他の部品をモジュール近辺に配置する際は、十分にご注意下さい。後続、**[3]プリント基板レイアウト**をご参照下さい。

[3]プリント基板レイアウト

1. 概 要
コンバータ・モジュールを使用するプリント基板を設計する場合、コンバータ・モジュールを安全に動作させると共にさまざまな傷害を防ぐ為、いくつかのガイドラインが設けられています。

2. ノイズ
コモンモードノイズは、電源内のスイッチング動作により発生した高周波電流が原因と考えられています。配線を短くしたり、バイパスコンデンサを付ける等して高周波電流を入出力へ流させないようにします。
これらのノイズ電圧は、配線の長さと配線幅に関係があります。従って、パターンは入力と出力ラインにのるノイズを最小とする為配線を短くし、適切な銅箔厚を使用する必要があります。
GATE IN ／ GATE OUT 及び TRIM や ±S 端子においてはノイズが誘導されやすく、モジュールの電気的性能に影響を及ぼします。周囲の回路やコンバータ・モジュール自体 (弊社の DC-DC コンバータ・モジュールはシールドされていません) から発生するノイズは、信号線と電力線間のグランドのベタアース(グランドプレーン)を入れることによって防止します。もしベタアースが不可能であれば、これらの端子からのパターンをモジュールの下に通さないよう、距離をとった設計をして下さい。

3. 安全規格
コンバータ・モジュールは cULus 、cTUVus 、CE の安全規格を取得しています。
弊社製品を装置に組み込んで安全規格の取得を検討される場合は、このカタログを参考に、プリント基板を設計して下さい。推奨条件にそった設計をお願い致します。
ヒューズは推奨された条件のものを主回路に接続して下さい。尚、ヒートシンク等の金属部品は接地するようにして下さい。又、プリント基板は難燃性のグレードが 94V-0 クラスのものを使用して下さい。

4. スペーシング

絶縁要求

	（保護接地）Safty Grand	Line or Neutral	Non-SELV	SELV
Safty Grand（保護接地）	X	B	B	OP
Line or Neutral	B	X	B	R
Non-SELV	B	B	X	S
SELV	OP	R	S	X

OP,B,S,R, の各々の意味は下記 5. 定義をご覧下さい。

表 11-2　絶縁要求

電圧と各絶縁要求によるパターン間距離（空間距離・沿面距離）は、下表をご覧下さい。※1
（商用電源の公称電圧≦300V）

使用電圧※2	空間距離・沿面距離※3		
V	OP	Band S	R
50V	1.0mm	2.0mm	4.0mm
100V	1.0mm	2.0mm	4.0mm
125V	1.0mm	2.0mm	4.0mm
150V	1.4mm	2.0mm	4.0mm
200V	1.4mm	2.0mm	4.0mm
250V	1.4mm	2.0mm	4.0mm
300V	1.7mm	2.0mm	4.0mm
400V	1.7mm	2.0mm	4.0mm

表 11-3　使用電圧ごとのパターン間距離

※1　この表は情報技術機器・設置分類に属する（UL 60950）回路で、過渡定格2500V、汚染度1, 2に適用します。
※2　使用電圧は実効値・正弦波とします。
※3　沿面距離は汚染度1、材料グループのトラッキング指数は考慮していません。

5. 定 義

OP：機能絶縁（Operational）　：装置に適切な動作をする為に必要な絶縁
B ：基礎絶縁（Basic）　：感電に対する保護を与える絶縁
S ：補助絶縁（Supplementary）　：基礎的な絶縁の破壊における、電撃に対する保護を保証する基礎絶縁を兼ね備えた独立の絶縁
R ：強化絶縁（Reinforced）　：基礎絶縁と補助絶縁で構成された（二重絶縁）、もしくは二重絶縁と同等の保護を与える単一絶縁システム
：両者とも感電に対して保護を与える絶縁
沿面距離（Creepage）　：二つの部品を分離する絶縁された面に沿った距離
空間距離（Clearance）　：二つの部品間の空間での最短距離

6. コンバータ・モジュールの実装、熱設計

ベースプレートとグランドアース間の電気的接続を低インピーダンスにすることは重要です。
コンバータ・モジュールの固定用スタッドは、ベースプレートとグランドを電気的に接続すると共に、コンバータ・モジュールの端子に機械的なストレスが加わるのを防止します。

大きな機械的衝撃や振動が加わるような場合は、端子だけで固定せず、必ずスタッド等により補強して下さい。
この時、端子のはんだ付けは機械的に固定された後に行って下さい。

スタッドは、ベースプレートの下に設置し、４個又は６個のネジ取り付け位置でプリント基板にコンバータ・モジュールを取り付けます（締め付けトルクは 5.7～8kgf・cm）。

又、スタッドを使用することによりプリント基板とコンバータ・モジュール面の間に空間が確保され、ダップケース面からの放熱が図られると共に、はんだ付け時のはんだ上がりもよくなります。

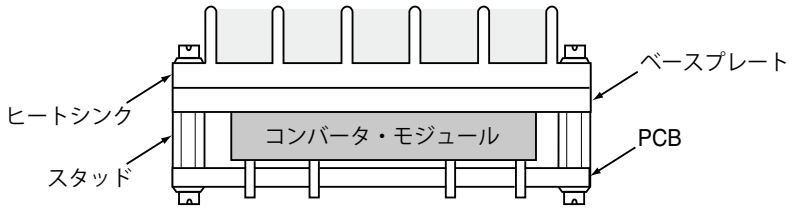


図 11-2　スタッドを使用したプリント基板への実装例

7. パターン幅と銅箔厚さ

パターン幅と銅箔厚さは、流す電流と周囲温度及びプリント基板の安全動作温度をもとに適切な値を選定します。まず、使用する周囲温度とプリント基板の安全動作温度との差から許容温度上昇値を決めます。この時の許容温度上昇値は、ぎりぎりではなく多少の余裕を考慮して下さい。

次に、この許容温度上昇値と流す電流をもとにパターン幅と銅箔厚さを選定します。電流値、温度上昇値、パターン幅と銅箔厚さの関係については下図をご参照下さい。

0.8mm 以下の厚さの基板、又は 108μmより厚い導体の場合は 15% の出力ディレーティングを推奨します。
尚、配線に伴う電圧降下を最小にするよう留意し、パターンの長さはできるだけ短く、銅箔はできるだけ厚くして下さい。

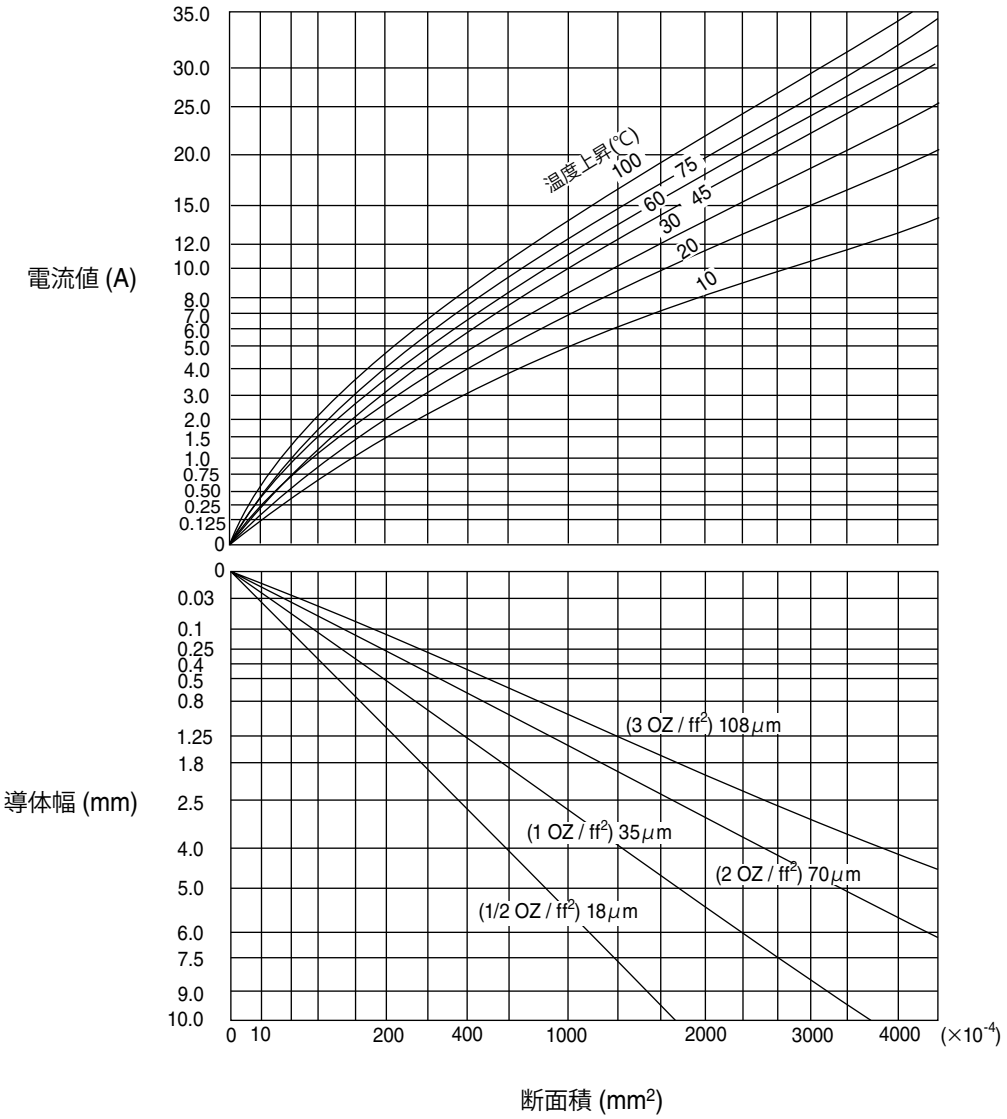


図 11-3　パターン幅と銅箔厚による断面積と電流値による温度上昇

8. 電圧マップ例

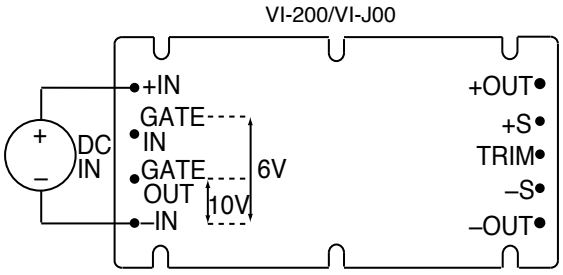


図 11-4　コンバータ・モジュールの電圧マップ

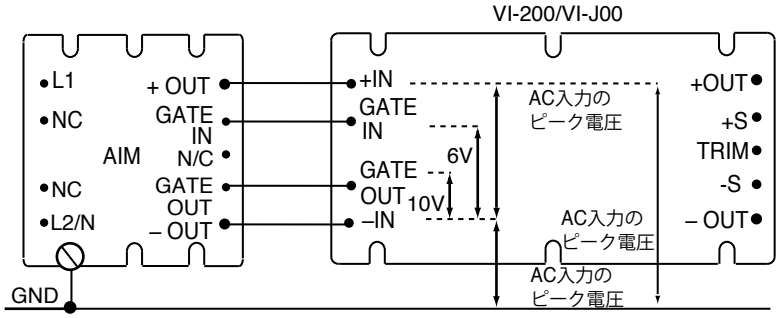


図 11-5　ＡＩＭ＋コンバータ・モジュールの場合の電圧マップ

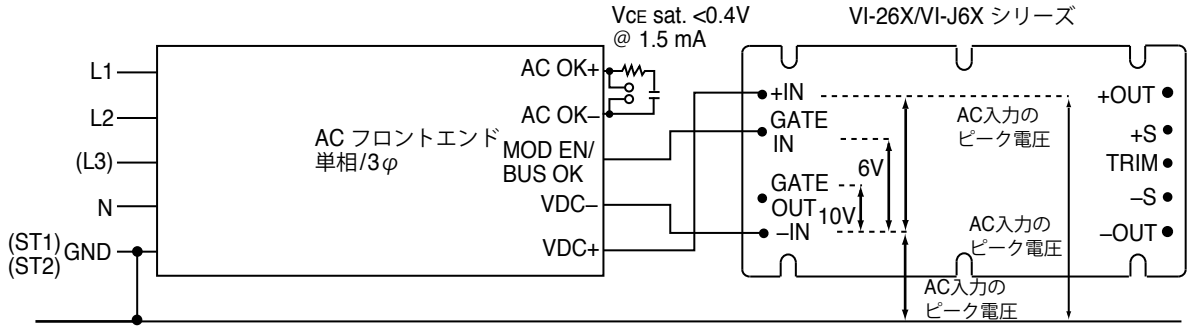


図 11-6　ＡＣ フロントエンド＋コンバータ・モジュールの場合の電圧マップ

〈12〉 ノイズについて

［1］コンバータ・モジュールの動作

スイッチング電源は必ず " ノイズ " を発生します。ノイズは、パワー変換技術において重要な要素の一つです。
VI-200 及び VI-J00 シリーズは共に、同じゼロ電流スイッチング方式を採用しています。これにより、スイッチ素子がオン又はオフする時のスイッチング電流は、ちょうどゼロになります。スイッチ素子がオンしている間は、スイッチ素子及びトランスの 1 次側に正弦波状のパルス電流がプラスの半サイクルだけ流れ、一般に共振型コンバータと呼ばれています。

トランスの漏れインダクタンス L と 2 次側共振用コンデンサ C で構成される共振回路の共振周波数は一定の為、スイッチ素子のオン期間は共振周波数で決まります（弊社のコンバータモジュールは、1MHz の逆数の半波分で約 500ns です）。

エネルギーは、スイッチ素子がオンの期間に L と C で共振した量が 2 次側へと伝達されます。
1 つのパルスで伝達されるエネルギーは一定量になり、2 次側のコンデンサには $1/2CV^2$ のエネルギーとなって貯えられます。

この方式のコンバータの出力を定電圧制御するには、負荷電流の変化に対してパルスの繰り返し周波数を変化させます。

繰り返し周波数は、入力電圧が最低で全負荷の状態の時、共振周波数（約 1MHz）と同じく最高となります。
負荷電流が全負荷の 50% であれば、繰り返し周波数も全負荷時の約 50%となり、繰り返し周波数は負荷率によりほぼ直線的に変化します。

入力電圧の変化に対し、伝達されるエネルギーは、電圧の 2 乗に比例するので（CV^2）、パルス繰り返し周波数を入力変化の 2 乗で制御します。例えば、300V 入力のコンバータ・モジュールでは、200～400V までが定格入力電圧範囲で 2 倍の変化幅となる為、パルスの繰り返し周波数は出力電圧を一定にする為に $2^2 = 4$ 倍変化します。

先述のとおり、1 次側の電流は、半波の正弦波状パルス電流ですが、電圧波形は矩形波で基本周波数の高調波成分を含み、スイッチング時の電圧の立ち上がり・立ち下がり時間（dv ／ dt）に起因する 50～70MHz の高周波数成分も含んでいます。

電圧の急速な変化（大きな dv ／ dt）は、高周波数成分を含む電界の変化（主として近傍電界）を発生しますが、距離の 2 乗で急速に減衰する為、システムへのノイズ問題は通常起こりません。従って、電界ノイズは一般に測定されません。

高速で変化する電流（大きな di ／ dt）によって生じる磁気ノイズ放射は、外部に与える影響が大きいので測定対象になりますが、トランス等に流れる正弦波状パルス電流は、連続で大きな電流変化が無く電流が流れるループの面積が小さい為、総合的な磁気ノイズ放射は非常に小さくなります。

〈12〉 ノイズについて

電界ノイズは、高インピーダンスで高感度の回路がコンバータ・モジュールの近くにあると影響します。この場合は、コンバータモジュールを取り付けるプリント基板上にグランドプレーンを作るとシールド板になり、更にコンバータ・モジュールの下へ積極的にシールド板を置くことで対策可能です。

スイッチ素子（FET）のスイッチングにより、dv ／ dt が 50～50MHz の高周波数成分のコモンモードノイズを発生します。

この FET は絶縁体のセラミック板を介してベースプレートに実装されます。セラミックは誘電体なので FET とベースプレートの間に寄生容量ができます（図 12-1）。

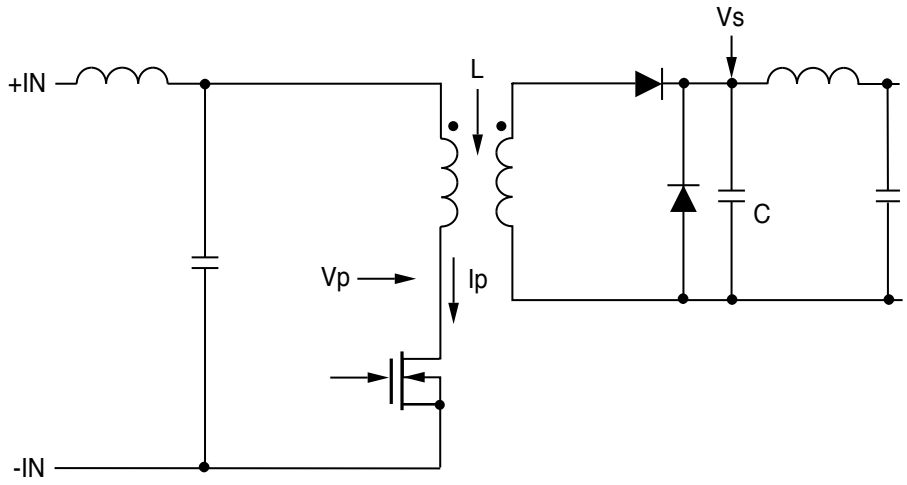


図 12-1

２次側の整流器（ダイオード）も同様に実装され、ここにも寄生容量ができます。
FET のドレイン側の電圧変化は、これら２つの寄生容量によって微分し分圧され、１次側と２次側にまたがって 50～80MHz のノイズ電流が流れます（図 12-2）。

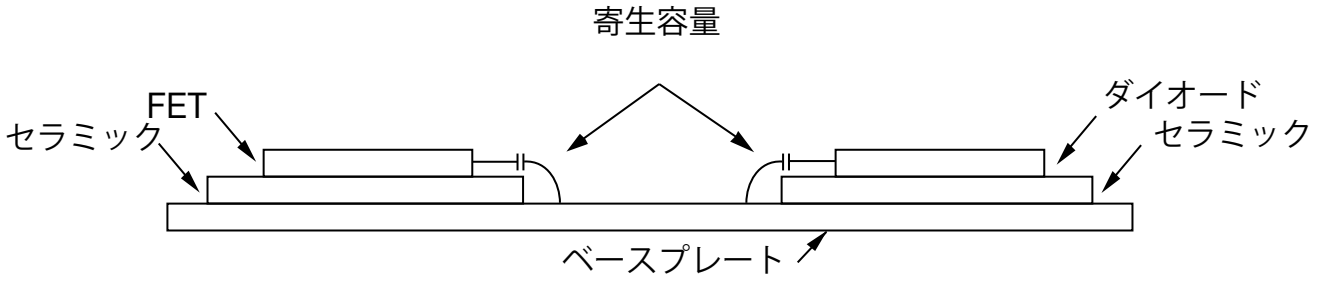


図 12-2

このノイズ電流は、ノーマルモードノイズに対してコモンモードノイズとなります。オシロスコープを使ったノイズ測定では、ノーマルモードノイズを測定しようとする時にコモンモードノイズが大きく影響します。

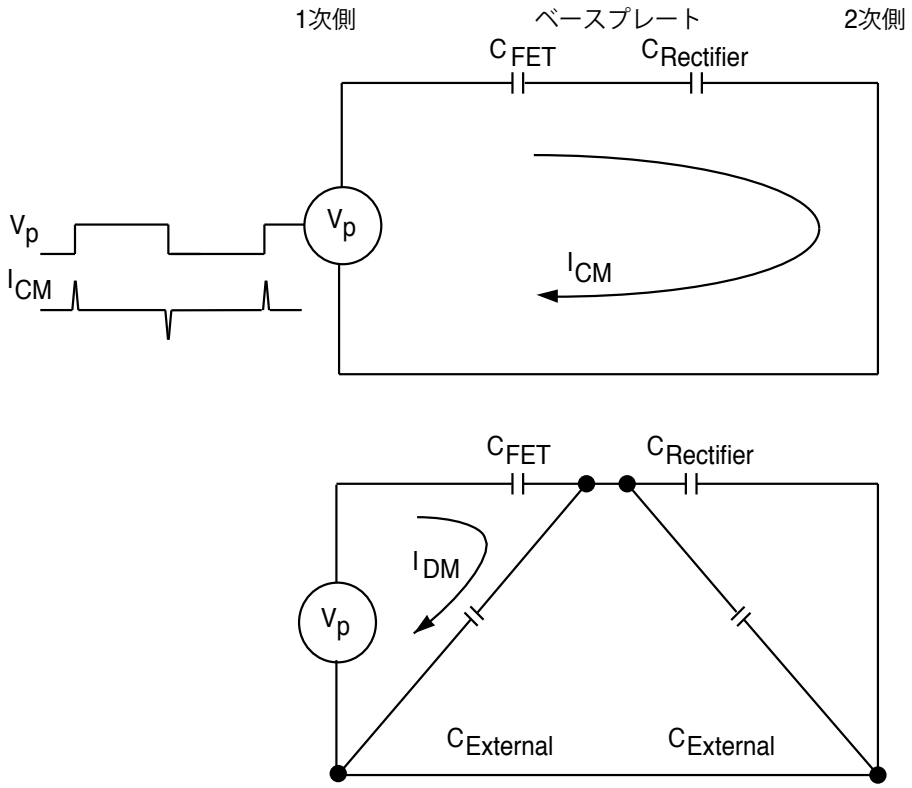


図 12-3 寄生容量によるノイズ電流

オシロスコープのプローブの長いグランド線は、信号線には無いインダクタンス成分を持っている為、信号側とグランド側のインピーダンスに差が生じ、コモンモードの信号（ノイズ電流）が流れると、信号線とグランド線には電位差が発生してオシロスコープの画面上に表われます。
コモンモード信号の影響を確認するには、オシロスコープのプローブ先端（信号側）をプローブのグランド線と同じ個所に接触させてみて下さい。
具体的には、プローブ先端とグランド線を＋Out か－Out のいずれか一方に接続して下さい（図 12-4）。

－In とベースプレート間への挿入を推奨しているコンデンサは、－In へのコモンモード電流（ＩＤＭ＝差動電流）を分流し、２次側に流れ出さないようにします。周波数成分が高いので、コンデンサのリードはできるだけ短くする必要があります。コンデンサの種類は、セラミックコンデンサ等の様に ESR の小さいものをお使い下さい。このコンデンサは、高い入力電圧の電源ユニットではｄＶがより大きくなため、最も重要なノイズ対策となります。
このコンデンサは、ラインバイパスコンデンサ（Y コンデンサ）と呼ばれ、スイッチング電源を使用する際は、ほぼ必ず設けられます。

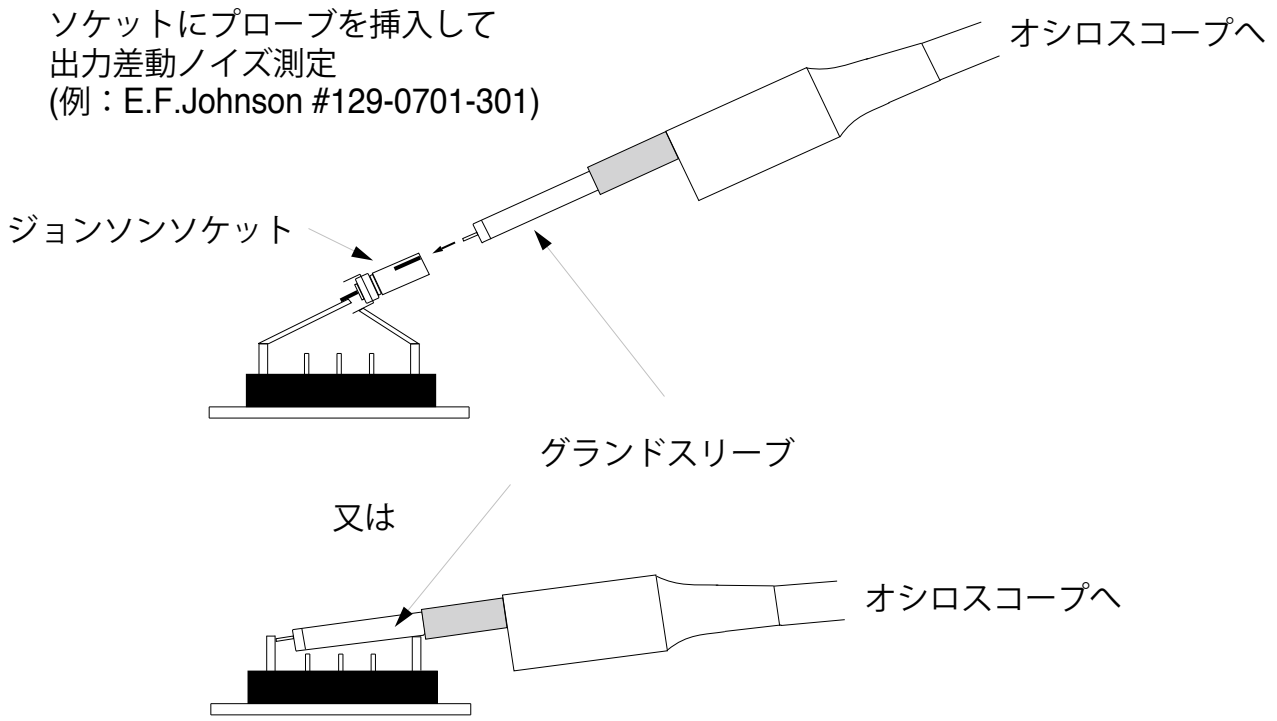


図 12-4 ジョンソンジャックによるノイズの測定

２次側の整流ダイオードも、１次側の FET と同じく電圧の変化を伴いコモンモードノイズを発生する為、－Out とベースプレート間にも同じくコンデンサを接続することをお奨めします。
このコンデンサは、高出力電圧モデル（48V 出力等）では特に重要です。

コモンモードノイズは、出力電圧に対して差動（出力電圧への差し引き）ではありません。
しかし、電源の入力線及び出力線の双方に流れ、雑音端子電圧の規制にかかります。その為、有効な対策を講じないと規格を満足しない恐れがあります。従って、ラインバイパスコンデンサをベースプレートとの間に接続し、更にコンバータ・モジュールの入力又は主電源入力に、コモンモードフィルタを接続することをお奨めします。

コモンモードフィルタは、一般的に入力側に置かれます。理論的にはこの電流は、１次側から２次側へ流れるので、コモンモードチョークコイルは、入力又は出力のどちらでも置くことが出来ますが、以下の理由により入力側に置くことが通例です。

1）入力電圧が通常高いので、入力電流が出力電流より小さい。
2）コモンモードチョークコイルの電圧降下は、コンバータモジュールが補正。
3）コモンモードチョークを２次側に置き、リモートセンスを負荷側に接続すると、制御ループの安定性に影響する。

コモンモードチョークコイルとバイパスコンデンサは同じ目的に使用されますが、その働きは異なります。
ラインバイパスコンデンサはコモンモード電流をバイパスし、チョークコイルは高周波には高いインピーダンスを示しコモンモード電流を阻止します。

[2]ノイズの測定について

ノイズは、コモンモードノイズとノーマルモードノイズの 2 種類に分けられます。
ノーマルモードノイズは、例えば出力の ± 端子間で、コモンモードノイズは、例えば出力の－端子とシャーシ間、＋端子とシャーシ間で測定されます。

ノイズは、RMS（実効）値又はピーク値として測定されます。低周波の周期的なノイズ（商用リップル）分は、通常 RMS 値として測定されます。これに対し短い幅の高周波スパイクノイズは、オシロスコープでピーク・トゥ・ピーク値として測定されます。

ノイズを測定する時には、測定器や測定環境等により大きな誤差が出る場合があります。
通常はオシロスコープのプローブの先端がシールドされていない為、磁気誘導や静電容量的に結合されることにより測定誤差が生じます。

初めに、シールドされていない部分の長さをできる限り短くする必要があります。プローブや（プローブの）グランド線から拾ったノイズは、実際に測定するノイズに対して大きな影響を与えます。正しい測定をする上で一番良い方法は、プローブの先をむき出しにして（キャップを外して）グランド線も外し、直接電源の出力にプローブを接触させて測定することです。この方法で、シールドされていないことによる影響をほとんど取り除くことができます。
電源の出力間が離れている場合には、極力短い電線をプローブの先端に付け（グランド側ではなくプローブ先端）、電源の出力端子に届くようにします。クリップオンノイズプローブ（通称ジョンソンプローブ）を使えば、容易に正しいノイズの測定を行うことができます。このプローブは、標準のプローブとそのグランド線を一つにまとめています。

更に、プローブと（プローブの）グランド端子の両方を被測定物の－端子に接続し、コモンモードノイズに対して反応するかを確かめる必要があります。
プローブによってオシロスコープでの測定に誤差を与えてはいけません。誤差が発生した場合には、コモンモードノイズ電流がプローブの先端（導通部）とグランド側の両方からオシロスコープに流れ込み、この不平衡なインピーダンスの差によって、ディファレンシャル信号に変換されてしまいます（その結果、実際よりも大きいノイズとして測定してしまいます）。

この測定誤差は、コモンモードインダクタを挿入することにより小さくすることができます。
オシロスコープのケーブルを数回フェライトコアに巻きます。これがコモンモードインダクタとして働き、コモンモードインピーダンスを大きくしますので、プローブの先端（導通部）とグランドから入り込んだコモンモードノイズ電流を減衰させます。

[3]VI - RAM の動作

リップルアッテネータモジュール（VI-RAM）は、2 つの方法で出力リップルノイズを減衰します。LC フィルタでスイッチング周波数に伴う高周波ノーマルモード成分を減衰し、アクティブフィルタでコンバータ入力側の低周波成分を減衰します。

アクティブフィルタによる減衰周波数帯は、60～120Hz です。LC でパッシブフィルタを構成すると、非常にサイズの大きな LC となってしまいます。

アクティブフィルタはコンバータからの電圧を平均化し、それを基準にして出力電圧を制御し低周波成分を減衰します。

VI-RAM はコモンモードフィルタを内蔵しておりません。従って、コモンモードノイズがある場合は RAM を通過します。

[4] LCフィルタの取付け

コンバータ・モジュールの出力リップルノイズを低減するLCフィルタの選定は、比較的簡単です。これらの素子は、小さくてもノイズのピーク値を減少させます。出力フィルタのコンデンサは、既にコンバータ・モジュールの中に内蔵されておりますので、出力にチョークコイルとコンデンサを追加すれば、π型フィルタを構成できます。チョークコイルの巻線は、負荷電流を流すのに十分な線径を選定し、直流電流によってコアが飽和しない様にして下さい。
LCフィルタは、微少なアナログ信号を扱う場合や、システムの電源リップルノイズ排除能力が低い場合に必要です。
出力リップルを更に減衰したい場合は、リップル、アッテネータモジュール（VI-RAM）をご用意しております。

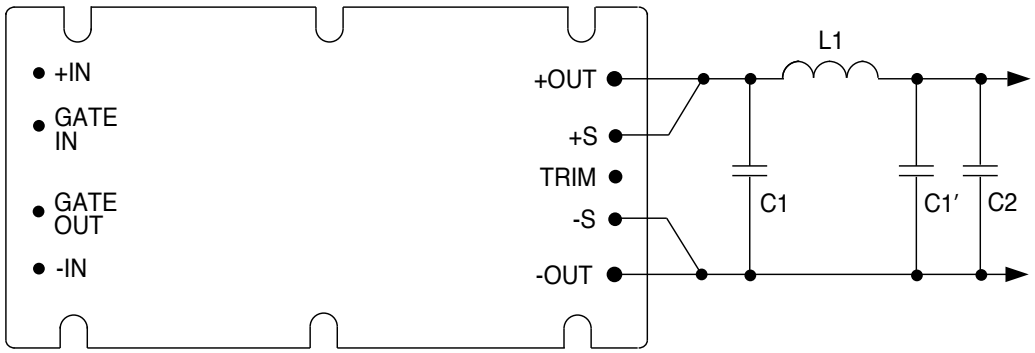


図 12-5 LC フィルタ取付例

リモートセンスでは、LCフィルタの位相遅れが原因で、コンバータ・モジュールの動作が不安定になる場合があります。このような場合は、ローカルセンスで使用します。
コンデンサを並列接続にすると、より低いESR（等価直列抵抗）となり減衰効果が上がります。

フィルタ設計例

1） VI-260-CV（5V 出力）の場合
L1・・・・・・弊社アクセサリ #05298
又はマイクロメタル社 T38-26 ／ 90, 2T#14（110nH）
C1, C1′, C2・・270μF ／ 10V　ソリッドタンタルコンデンサ
AC モジュール評価ボード上で測定したデータ； 全負荷でのリップル＝11mVp-p
5% 負荷でのリップル＝ 8mVp-p

2） VI-261-CW（12V 出力）の場合　　（15V 出力にも適用可能）
L1・・・・・・弊社アクセサリ #05298
又はマイクロメタル社 T38-26 ／ 90, 2T#14（110nH）
C1, C1′, C2・・120μF ／ 20V　ソリッドタンタルコンデンサ
400VDC 入力におけるデータ（最悪値）；　　全負荷におけるリップル＝ 5mVp-p
10% 負荷におけるリップル＝15mVp-p

3） VI-263-CW（24V 出力）の場合
L1・・・・・・弊社アクセサリ #05298
又はマイクロメタル社 T38-26 ／ 90, 2T#14（110nH）
C1, C1′, C2・・・68μF ／ 30V　ソリッドタンタルコンデンサ
400V 入力におけるデータ（最悪値）；　　全負荷におけるリップル＝ 6mVp-p
10% 負荷におけるリップル＝18mVp-p

[5]伝導ノイズ

伝導ノイズは、スイッチング電源から入力源に流れ出る高周波電流で、コモンモードノイズとノーマルモードノイズの両方を含んでいます。
ゼロ電流スイッチングコンバータは、従来の PWM 方式コンバータよりも 20～40dB 低い伝導ノイズを示しますが、VCCI, FCC, VDE のような EMI ／ RFI 仕様を満足する必要がある時は、追加フィルタが必要です。

全体の装置が外部フィルタを含まない場合に、装置の伝導ノイズの目標を達成するには、以下の点を考慮して下さい。詳細は弊社アプリケーション・エンジニアまでご相談下さい。

1. コモンモードノイズ
   1）フィルタ無しの場合

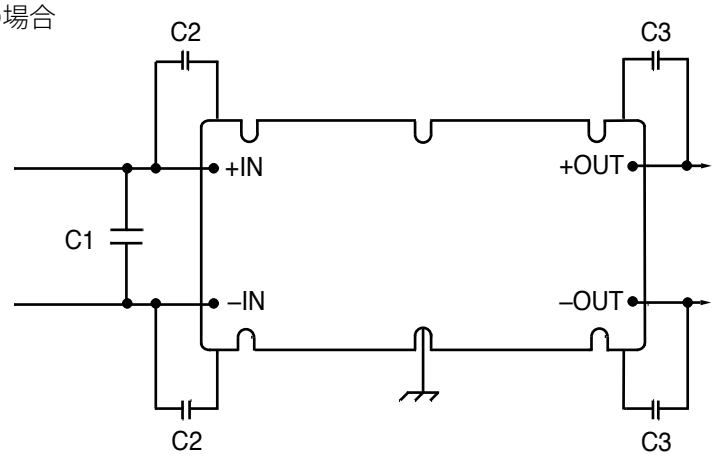


図 12-6 入力ノイズフィルタ無しの接続例
C1=100μF, C2=4700pF, C3=0.01μF
VI-230-CV：48V 入力、5V 出力における負荷電流対伝導ノイズレベルを示します。

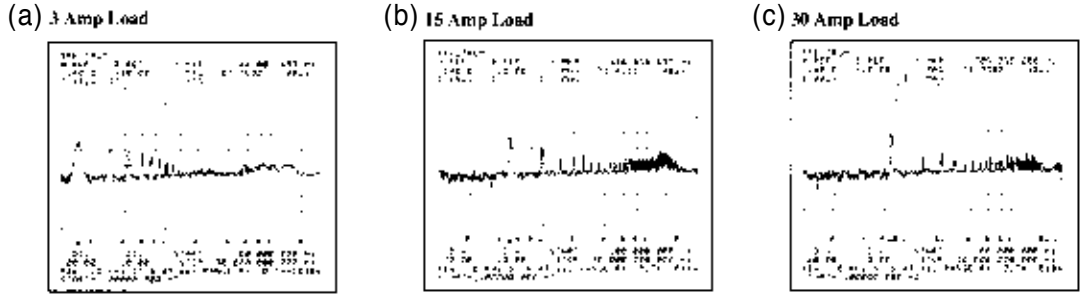


図 12-7 フィルタ無しの場合の入力伝導ノイズ
条件： (a) 軽負荷＝3A, (b)50% 負荷＝15A, (c) 全負荷＝30A

コモンモードノイズ電流は、モジュールの入力端子の正・負共に同じ方向の成分です。
この電流は、入力線を通じてコンバータから DC 入力源に流れ、グランドに接続されたベースプレート、又は、出力線を通じコンバータに戻ります。これは物理的に大きなループ断面積となり、磁界放射を生み出すことになります。

コモンモードノイズは、コンバータの主スイッチの両端で dv ／ dt の関数となって生じます。コモンモード電流を減少させる最も効果的な方法は、正・負両入力線とベースプレートの間をラインバイパス（"Y"）コンデンサ（C3）でバイパスし、寄生インダクタンスを無くす為、コンデンサのリード線を短くすることです。更に、FCC ／ VDE クラス A 又は B を満足させるにはコモンモードチョーク（L1）が必要です。

2）コモンモードフィルタ付きの場合

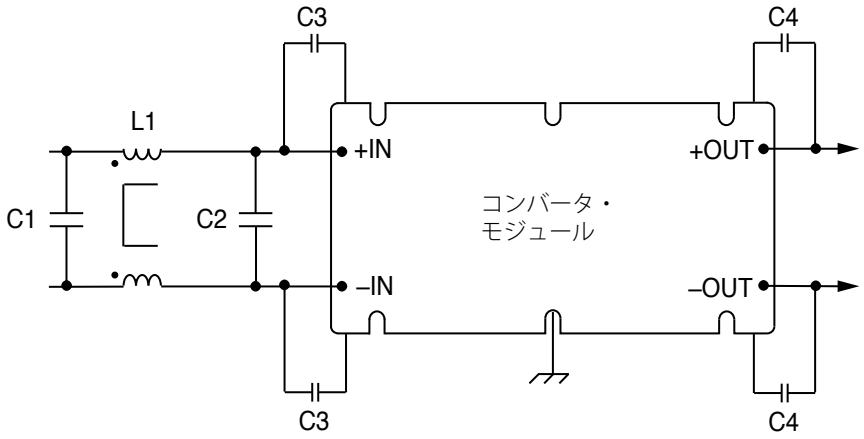


図 12-8 コモンモードチョーク接続例
C1 = 2.2uF, C2 = 100uF , C3 = 4700pF, C4 = 0.01uF ,L1 = 3mH

VI-230-CV：48V 入力、5V 出力における負荷電流対伝導ノイズ

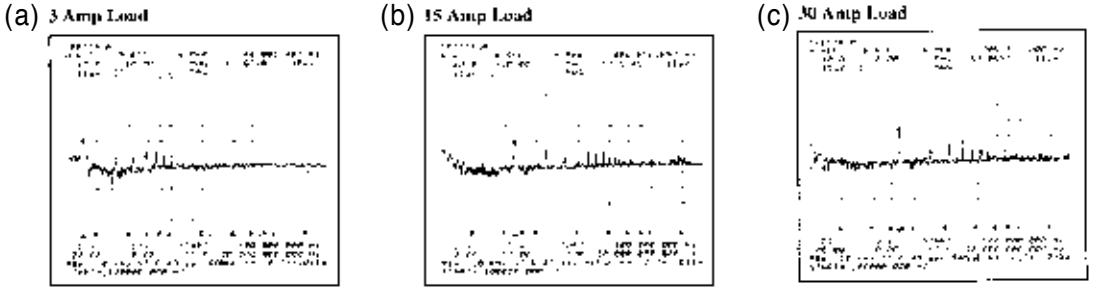


図 12-9 コモンモードチョーク付きの入力伝導ノイズレベル
条件： (a) 軽負荷＝3A，(b)50％負荷＝15A，(c) 全負荷＝30A

入力フィルタの設計に関して、特別な注意事項はありません。
ゼロ電流スイッチング・コンバータは、本質的にノイズ発生が小さいので、PWM 型コンバータの為に設計された EMI ／ RFI フィルタが入っていれば十分です。

3）コモンモードフィルタ付きの PWM 型コンバータの場合

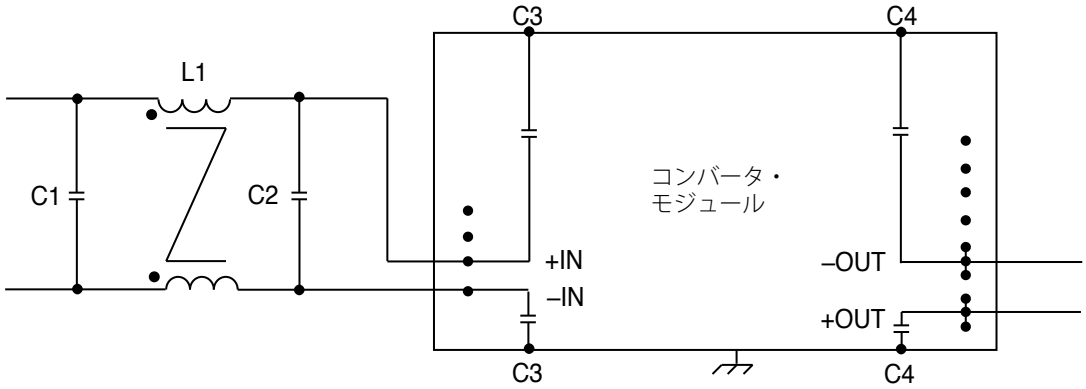


図 12-10 コモンモードフィルタ付きの PWM 型コンバータ接続例
C1 = 2.2uF, C2 = 100uF, C3 = 内部 ,C4 = 内部 , L1 = 3mH

標準的な PWM 型コンバータの 48V 入力、5V 出力における負荷電流対伝導ノイズ

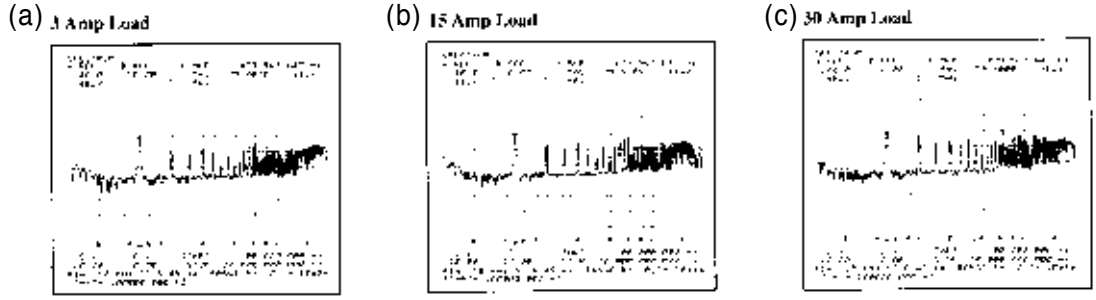


図 12-11　コモンモードフィルタ付きの PWM 型コンバータの入力伝導ノイズレベル
条件：　(a) 軽負荷＝3A，(b)50％負荷＝15A，(c) 全負荷＝30A

上記ブロック図は、入力フィルタ付きの PWM 型コンバータを表わしています。フィルタ付きの PWM 型コンバータは、フィルタ無しのゼロ電流スイッチング・コンバータよりも大きな入力伝導ノイズを発生しています。更に、パワー素子と制御回路を同一金属基板上に実装した PWM 型コンバータも、上記よりわずかに大きい入力ノイズを発生しています。

4）複数のコンバータモジュールでフィルタ付きの場合

2個以上のコンバータモジュールを使用する際、特別な注意点はありません。必要なフィルタは、1個のコンバータ・モジュールの場合と同様の特性であれば良いでしょう。但し、チョークコイルの線径は入力電流の増加に合せる必要があります。

下記に2個のモジュールをつないだ場合の入力伝導ノイズを示します。

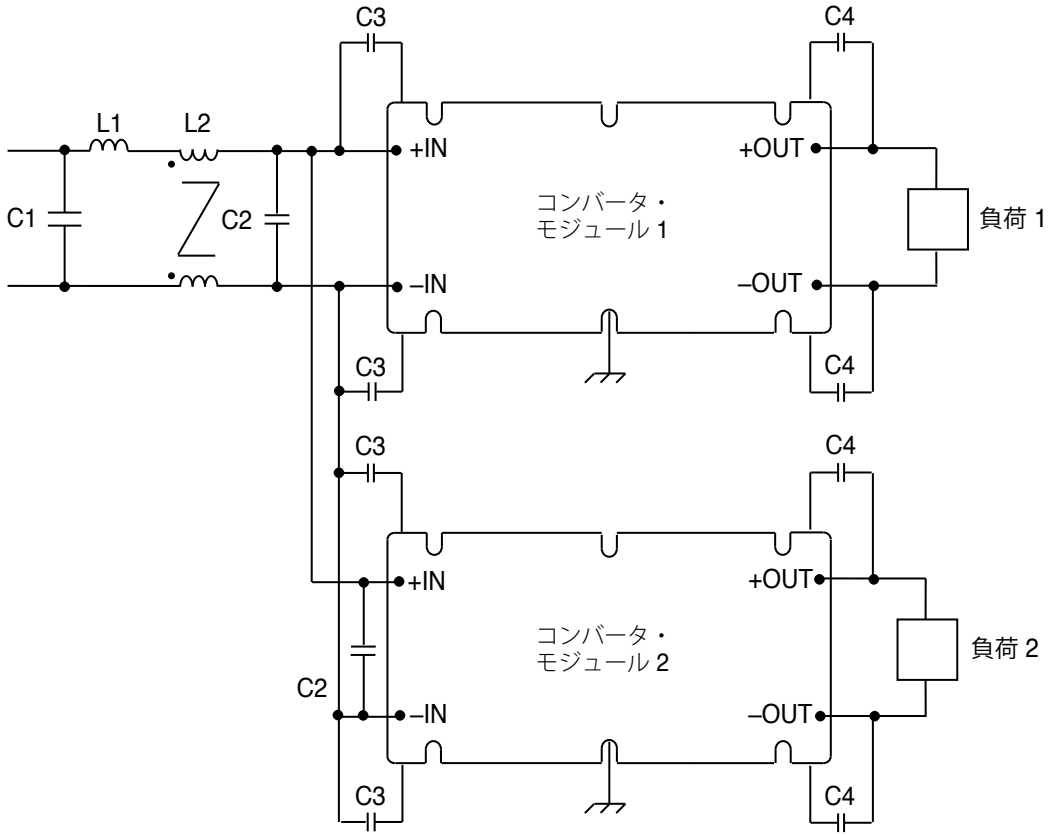


図 12-12　複数ゼロ電流スイッチングコンバータの接続例

C1=2.2μF, C2=47μF, C3=4700pF, C4=0.01μF, L1=20μH, L2=3mH

VI-230-CV を 2 個接続：48Ｖ入力、5Ｖ出力における負荷電流対伝導ノイズ

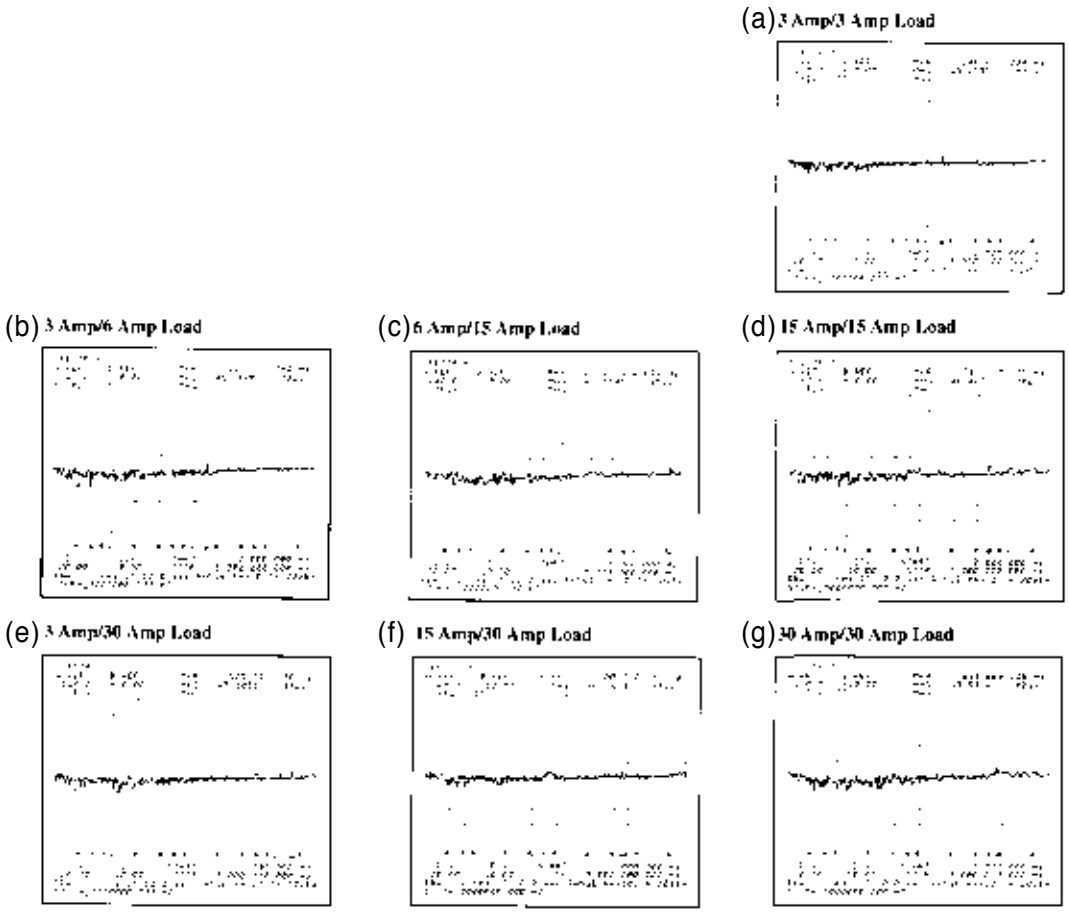


図 12-13　複数ゼロ電流スイッチングコンバータの入力伝導ノイズレベル

	モジュール 1	モジュール 2
条件：	(a) 軽負荷　＝ 3 A	軽負荷　＝ 3 A
	(b) 軽負荷　＝ 3 A	20% 負荷 ＝ 6 A
	(c) 20% 負荷 ＝ 6 A	50% 負荷 ＝ 15 A
	(d) 50% 負荷 ＝ 15 A	50% 負荷 ＝ 15 A
	(e) 軽負荷　＝ 3 A	全負荷　＝ 30 A
	(f) 50% 負荷 ＝ 15 A	全負荷　＝ 30 A
	(g) 全負荷　＝ 15 A	全負荷　＝ 30 A

※コモンモードチョークコイルは、ゲートイン／ゲートアウトを接続する複数個のコンバータ／ブースタ・モジュールに対し、1 個のみ共通に設けて下さい。
（例 ゲートインで共通に ON ／ OFF する場合や、コンバータ／ブースタで出力電力を増す場合）

2. ノーマルモードノイズ

コンバータモジュールの入力及び出力端子のノーマルモードノイズは、各々の端子間で逆位相の電流成分です。

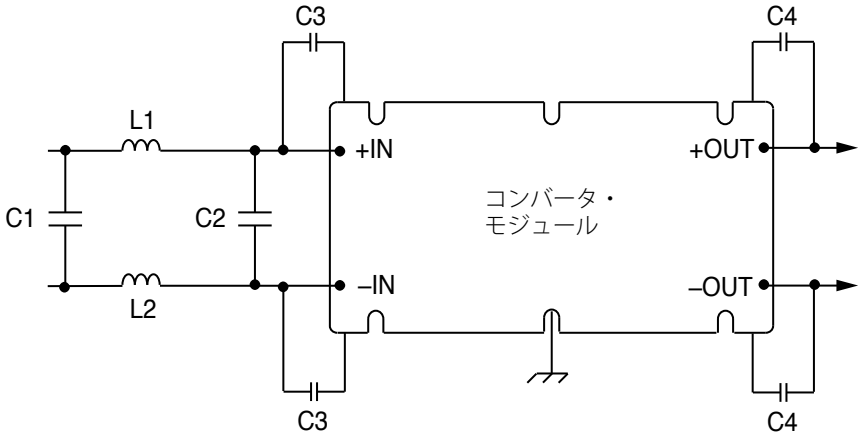


図 12-14　ノーマルモードフィルタを用いた場合の回路接続例

VI-230-CV：48V 入力、5V 出力における負荷電流対伝導ノイズ

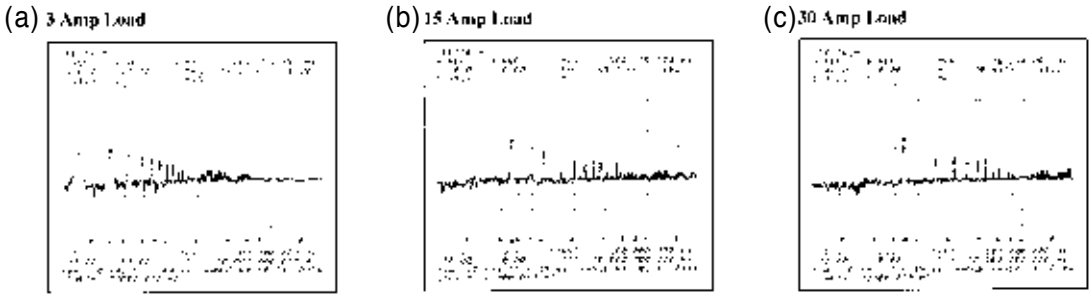


図 12-15　ノーマルモードフィルタを用いた場合の伝導ノイズレベル
条件：　（a）軽負荷＝3A,（b）50% 負荷＝15A,（c）全負荷＝30A

コンバータ・モジュールは、全てノーマルモードの LC フィルタを内蔵していますが、小容量の外部コンデンサ C 2（最小μF＝400 ／ Vin で計算します）を追加すると更にノーマルモード伝導ノイズを小さくできます。追加コンデンサは、ループ形成の面積を小さく押えるように、コンバータモジュールの近傍に配置して下さい。

又、電源入力と C 1 との間を流れるノーマルモード電流のループ面積も小さくなるようにして下さい。ノーマルモード電流は位相が反対なので、入力線をツイストさせるとノイズを打消すことができます。
プリント基板の電源ラインは、パターンが PCB の表・裏のちょうど反対側にあれば放射ノイズを減少することができます。ノーマルモードのチョークコイルを使用する場合、複数のコンバータモジュールに共通に使用できます。

[6]放射ノイズ

放射ノイズには、磁界又は電界があります。磁界放射は、高周波の大きな電流変化によって生じ、電界放射は、近傍電界の変化が主です。従って電界放射は、距離と共に急速に減少し、通常は影響しません。
放射ノイズは、プリント基板の適切なレイアウトで小さくできます。配線は、短くするかツイストし、ループ面積が最小になるようにして下さい。

又、容量結合にも注意が必要です。プリント基板上のコンバータ・モジュールの対面にシールド無しのフィルタを置かないで下さい。伝導ノイズがフィルタを通って流れる恐れがあります。入力線と出力線を束ねると、互いにノイズを誘導し合うことになります。フィルタ出力端子とコンバータ・モジュール入力端子までを長いシールド無しのケーブルで接続しないで下さい。

[7]出力作動ノイズ（通常のリップルノイズ）

出力の作動ノイズは、出力電圧の交流成分で出力端子の正負間に現われます。このノイズは、商用ラインから電源を取っている場合の低周波リップル（100Hz 又は 120Hz）と高周波スイッチングノイズの両方の合計になっています。

1. 高周波スイッチングノイズ
   出力電圧リップルのピーク～ピーク値は 2 %以下です（出力電圧 12V 以下では 1 %）。フィルタを追加する必要は、一般にありません。デジタルシステムで追加フィルタが必要になるのは稀ですが、超音波診断装置のプリアンプ等のようなアナログシステムでは、出力フィルタの追加が必要です。追加する出力フィルタは、次のように選定します。

	5V 出力	12～15V 出力	24～28V 出力
追加フィルタ無し	2%p-p（Typ）	1%p-p（Typ）	0.2%p-p（Typ）
ESRの小さい出力コンデンサの時	1%p-p（Typ）	0.5%p-p（Typ）	0.1%p-p（Typ）
LC出力フィルタ	0.4%p-p（Typ）	0.2%p-p（Typ）	0.1%p-p（Typ）
RAMフィルタ	＜3mVp-p（Max） （IP-200）	＜3mVp-p（Max） （IP-200）	＜3mVp-p（Max） （IP-200）
（弊社リップルアッテネータモジュール VI-RAM使用時）	＜3mVp-p（Max） （VI-J）	＜3mVp-p（Max） （VI-J）	＜3mVp-p（Max） （VI-J）

表１２-1 フィルタの追加による効果例

2. 商用 AC ラインに関係する出力リップル

商用 AC ラインに関係する出力リップルは、コンバータの入力リップルリジェクション能力から決まります。
例えば、VI-260-CV（300V 入力、5V 出力）は、120Hz において 30＋20Log(Vin ／ Vo）なるリジェクション能力があります。Vin＝300V，Vo＝5V ですので、30＋35.56＝66dB です。これは減衰率としては、1890 分の 1 に相当します。例えば、30Vp-p のリップル成分が入力側にある場合、出力リップルの p-p 値は 50mV です。
この成分を LC フィルタで更に減衰させることは実用的ではなく、更に能動フィルタが必要となります。VI-RAM（リップルアッテネータモジュール）は、低周波に対する能動フィルタを内蔵しています。

1）フィルタ無しの場合の出力リップル

VI-230-CV：48V 入力、5V 出力における負荷電流対出力リップル

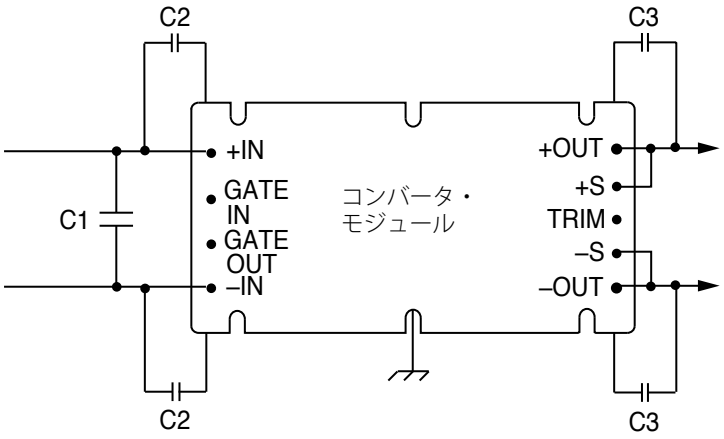


図 12-16　追加フィルタ無しの場合の接続図
C1=100μF , C2=4700pF , C3=0.01μF

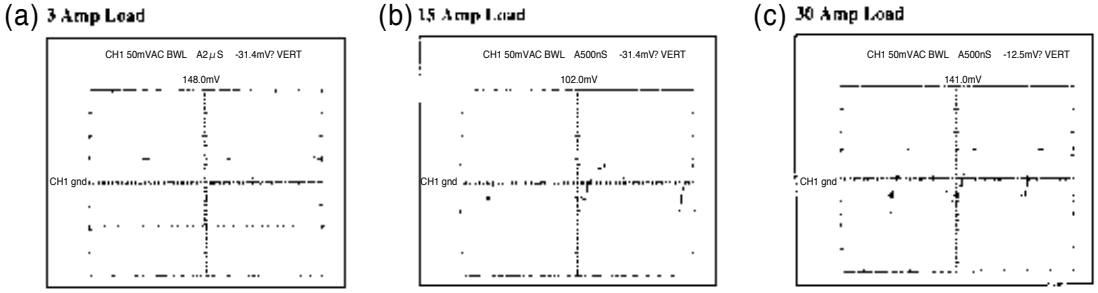


図 12-17　追加フィルタ無しの場合の出力リップル
条件：　(a) 軽負荷＝3A，(b)50%負荷＝15A，(c) 全負荷＝30A

2）コンデンサ追加の場合の出力リップル

IP-230-CV：48V 入力 5V 出力における負荷電流対出力リップル

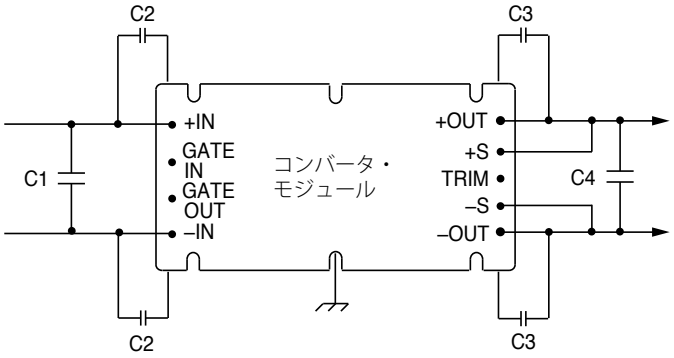


図 12-18　コンデンサ追加の場合の接続図

C1=100μF , C2=4700pF , C3=0.01μF , C4=270μF (タンタルコンデンサ)

(a) 3 Amp Load　(b) 15 Amp Load　(c) 30 Amp Load

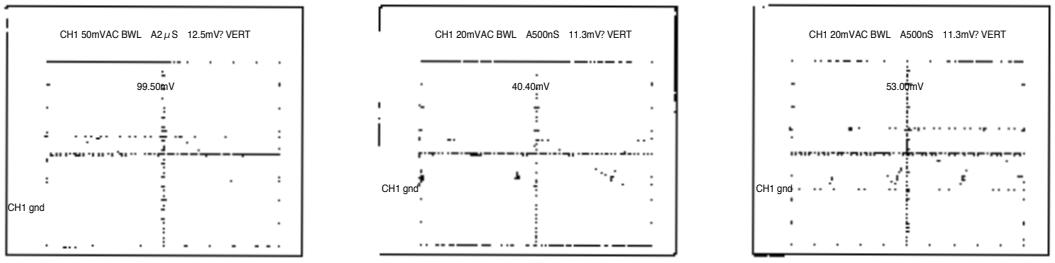


図 12-19　コンデンサ追加の場合の出力リップル

条件：　(a) 軽負荷＝3A，(b)50% 負荷＝15A，(c) 全負荷＝30A

※ESR の小さいコンデンサ（タンタルコンデンサ等）をご使用下さい。

3）LC フィルタ追加の場合の出力リップル

VI-230-CV：48V 入力、50V 出力における負荷電流対出力リップル

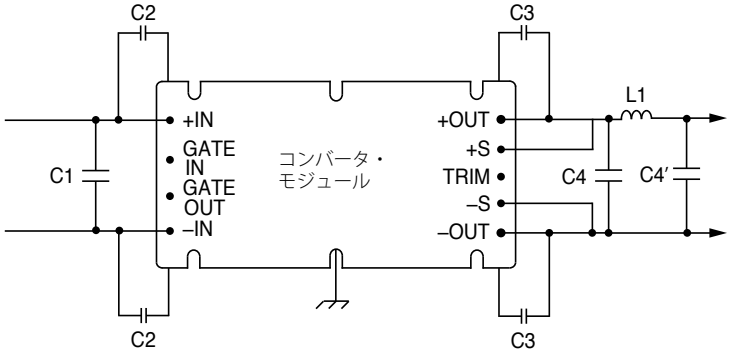


図 12-20　出力ＬＣフィルタ追加の場合の接続例

C1=100μF, C2=4700pF, C3=0.01μF, C4=270μF (タンタルコンデンサ), L1=110nH

(a) 3 Amps　(b) 15 Amps　(c) 30 Amps

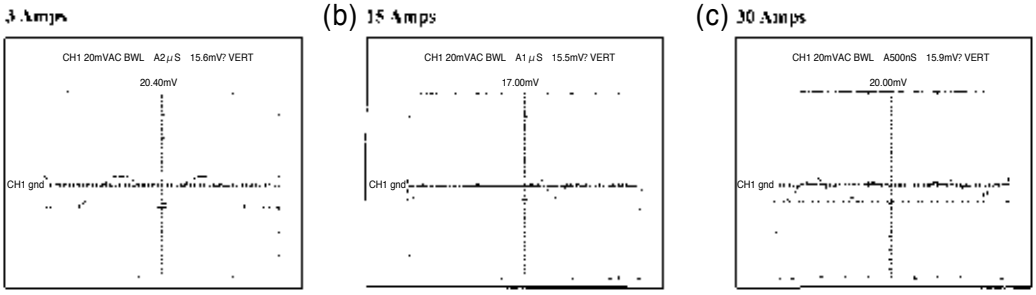


図 12-21　出力ＬＣフィルタ追加の場合の出力リップル

条件：　(a) 軽負荷＝3A，(b)50% 負荷＝15A，(c) 全負荷＝30A

4）RAM（リップルアッテネータモジュール）追加の場合の出力リップル

VI-230-CV：48V 入力、5V 出力に VI-RAM 接続の負荷電流対出力リップル

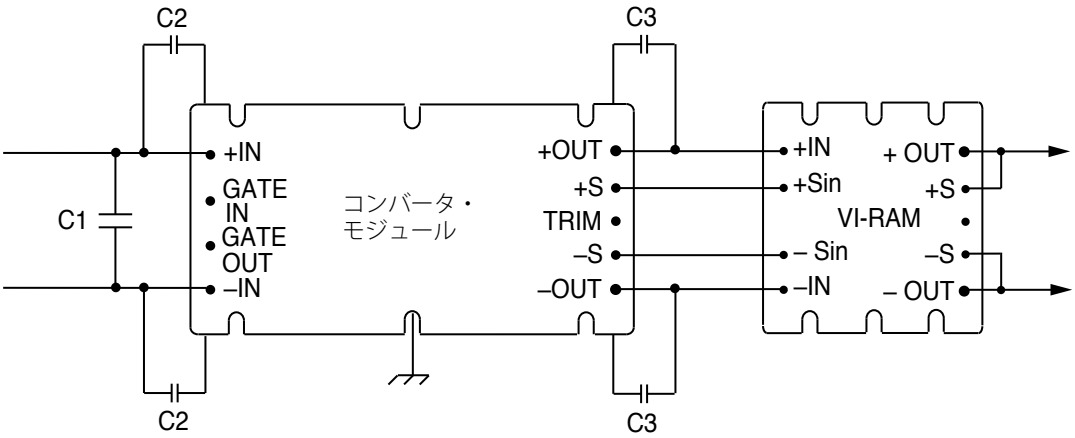


図 12-22 VI-RAM（リップルアッテネータモジュール）を追加した場合の接続図

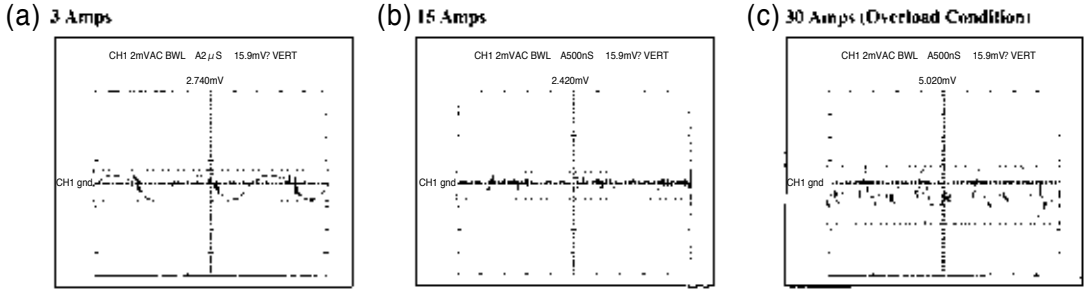


図 12-23 VI-RAM（リップルアッテネータモジュール）を追加した場合の出力リップル
条件： (a) 軽負荷＝3A，(b)50%負荷＝15A，(c) 全負荷＝30A

※上図のような受動フィルタに加え、VI-RAM は商用交流による低周波リップル成分を減衰する能動フィルタを内蔵しています。

<13> 製品保証

[1] 無償保証

DC-DC コンバータの無償保証期間は弊社工場出荷後 2 年間と定めており、保証期間中は無償にて良品と交換致します。

但し次の場合は保証期間内といえども、保証外とさせて頂きます。

製品の落下・衝撃等・不適当な扱いや仕様条件外での使用による故障及び破損。

天災による故障及び破損。

弊社又は弊社が指定する会社以外の者が製品に改造・修理加工を施す等、弊社の責任と見られない故障及び破損。

[2] 保証範囲

保証とは納入品単位の保証を意味するもので、納入品の故障により誘発される損害は含まれておりませんのでご容赦願います。

VICOR Japan Co.Ltd　バイコー ジャパン株式会社

〒141-0031　東京都品川区西五反田8-9-5
ポーラ第3五反田ビル6F

TEL:03-5487-3884（営業部）
03-5487-5407（アプリケーション エンジニアリング部）
FAX:03-5487-3885
http://www.vicorpower.jp

※記載されている内容は、製品の改良等のために予告無く変更することがあります。
製品をご使用の際は、事前に最新資料をご請求下さい。

バイコーバラエティ DC-DCコンバータVI-200 & VI-J00シリーズUsers Manual Rev.5.改版.2009.8